Aus dem LV. Bde. d. Sitzb. d. k. Akad. der Wissensch. II. Abth. März-Heft. Jahrg. 1867.

Über die Ausscheidung des Stickstoffes der im Körper zersetzten Albuminate.

Von Prof. Dr. Josef Seegen.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 21. März 1867.)

Ich habe vor mehreren Jahren Untersuchungen über den Einfluß des Glaubersalzes auf einige Factoren des Stoffwechsels ausgeführt. Da ich mir die Aufgabe gestellt hatte, die Einwirkung der wichtigsten in den Mineralwässern vorkommenden Salze auf den Stoffumsatz kennen zu lernen, wollte ich zunächst die Wirkungen des kohlensauren Natrons zum Gegenstande der Untersuchung machen.

Aufschluß über die Umsetzung der Fettgebilde ist nur mittelst eines Respirationsapparates zu erhalten. Da mir ein solcher nicht zu Gebote stand, wollte ich wie beim Glaubersalz meine Untersuchungen wieder ausschließlich auf die Umsetzung der Eiweißgebilde richten. Die Grundlage für solche Untersuchungen bildet die Annahme, daß aller umgesetzte Stickstoff im Koth und Harn erscheine. Bischoff und Voit haben bekanntlich diese Annahme als Gesetz formulirt. Bischoff hatte zuerst ausgesprochen, der Harnstoff sei das Maß für den Stoffumsatz und Voit hat auf Grundlage seiner zahlreichen Untersuchungen es als unumstößliches Axiom aufgestellt, daß aller umgesetzte Stickstoff einzig und allein durch Harn und Koth aus dem Körper entfernt werde. Mit Recht hält Voit[1]) diese Anschauung für den Angelpunkt, um den sich die zum Zwecke des Studiums der Umsetzung der stickstoffhaltigen Substanzen angestellten Untersuchungen von Harn und Koth drehen — „denn wie kann man den Stickstoffumsatz unter verschiedenen Bedingungen feststellen wollen, wenn man einen unbestimmten Theil davon verliert.“ Als ich meine Untersuchungen begann, hatte ich das von Voit und Bischoff aufgestellte Gesetz als Grundlage adoptirt. Die wichtigste Stütze für

[1]) Voit: Untersuchungen über die Ausscheidungswege der stickstoffhältigen Zersetzungsproducte etc. Zeitschrift für Biologie. II. Bd. 1. Heft.

dieselben waren jene Versuchsreihen, in welchen während einer langen Fütterungsperiode bei gleichbleibendem Körpergewichte aller Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth erschien. Gegen die Stoffwechselgleichungen von Voit und Bischoff bei Stickstoffdeficit hatte ich mich damals schon ausgesprochen [1]) in den Worten: „so geistreich auch alle diese Combinationen sind, vermochten sie doch nichts zu beweisen, denn alle diese Rechnungen litten an dem Grundgebrechen, daß man es mit zwei unbekannten Größen zu thun hatte, mit der Stickstoffdifferenz und mit den ungekannten Perspirationsproducten.“ Erst als durch Voit und Pettenkofer die Perspirationsproducte untersucht wurden und so eine annähernd vollständige Bilanz ermöglicht wurde, die mit dem Rechnungsergebnisse von Voit und Bischoff stimmte, glaubte ich, die Frage über den Stickstoffumsatz sei damit vollkommen erledigt und ohne direct an den Quellen zu prüfen hielt ich die Arbeiten die eine andere Stickstoffausscheidung als durch Koth und Harn zu beweisen schienen, für abgethan.

In diesem guten oder schlechten Glauben begann ich im Herbst 1865 eine neue Reihe von Untersuchungen. Schon in den ersten Tagen war mir ein bedeutendes Stickstoffdeficit auffallend. Wie natürlich war ich bereit, dieses Deficit als Fleischansatz zu berechnen, aber das Deficit war für die Gewichtszunahme zu groß, ich mußte schon mit einigem Mißbehagen an eine Thiermetamorphose denken und für das angesetzte Fleisch Fett oder Wasser verausgaben lassen. Ich setzte die Untersuchungsreihe durch 70 Tage fort. Das Stickstoffdeficit war im Verlaufe dieser langen Periode ein so bedeutendes, daß, wenn man annehmen wollte, es sei dieser N als Eiweißgewebe angesetzt worden, es sich herausstellen würde, daß das Thier während seiner Metamorphosen nicht blos sein Fett und Wasser abgegeben, sondern daß auch selbst Haut und Knochen sich in Fleisch umgewandelt hätten. Es war also unzweifelhaft, daß in dieser Versuchsreihe das Stickstoffdeficit nicht als Fleischansatz zu berechnen sei, sondern daß ein Theil dieses fehlenden Stickstoffes auf einem andern Wege als durch Koth und Harn den Körper verlassen haben mußte.

Ich war von diesem Resultate, welches meinen Glauben an das Voit'sche Gesetz zerstörte und damit auch die Grundlage für meine

[1]) Über den Einfluß des Glaubersalzes. Sitzungsb. d. k. Akademie 49. Bd. 1864.

beabsichtigten und bereits ausgeführten Arbeiten vernichtete, so peinlich überrascht, daß ich an eine Veröffentlichung dieses Resultates nicht gehen mochte, und ich beschloß noch eine zweite Versuchsreihe anzustellen. Diese wurde im November 1866 begonnen und durch fast 3 Monate fortgesetzt. Diese ergab abermals in den ersten 90 Versuchstagen ein sehr bedeutendes Stickstoffdeficit und dieses Deficit kann um so weniger als Fleischansatz berechnet werden, weil während der ganzen Versuchsdauer eine Gewichtsabnahme stattgefunden hat. Wollte man trotz dieser Abnahme einen Fleischansatz annehmen und dafür eine im Gewicht gleiche Fett- oder Wasserausscheidung ansetzen, bliebe wieder zum Schlusse ein Fleischklumpen statt des Versuchsthieres zurück. In der zweiten wie in der ersten Versuchsreihe war unter gewissen Bedingungen die Stickstoffausfuhr durch Harn und Koth der Stickstoffeinfuhr ganz gleichwerthig. Dieser letzte Umstand mußte dazu beitragen die aus beiden langen Versuchsreihen gewonnene Überzeugung zu befestigen, daß der Stickstoffgehalt des Harns nicht immer als das Maß des umgesetzten Stickstoffes zu betrachten ist, und daß unter Bedingungen, die wir nicht kennen, einmal aller Stickstoff der umgesetzten Eiweißbestandtheile im Harn und Koth erscheine, daß derselbe in anderen Fällen aber auch andere Abzugswege habe und wahrscheinlich in den Perspirationsproducten erscheine.

Im Nachstehenden übergebe ich dem wissenschaftlichen Publikum die Resultate einer langen und gewissenhaften Arbeit. Ich habe jede mir denkbare Fehlerquelle möglichst vermieden, ich gestehe aber offen, daß mir nichts erwünschter wäre, als wenn eine vorurtheilslose eingehende Kritik in meiner Arbeit eine mir unbekannte das Stickstoffdeficit erklärende Fehlerquelle entdecken würde. Mir ist es leider nicht gelungen.

Das Versuchsobject bildete ein kräftiger Fleischerhund. Derselbe befand sich in einem eigens zu diesem Zwecke construirten Stalle, dessen Boden mit Zinkplatten bekleidet und abschüssig gebaut war, so daß der im Stalle gelassene Harn abfließen und in einem Glasgefäße gesammelt werden konnte, welches sich unter der im abschüssigsten Theile angebrachten Öffnung befand. Der Hund wurde überdies gewöhnt den Harn außer dem Stalle in ein ihm untergehaltenes Glas zu entleeren, und in der spätern Versuchszeit

wurde der Gesammtharn in dieser Weise gesammelt. Um die etwaigen Verluste zu ermitteln, welche, so lange der Hund noch einen Theil seines Harns im Stalle entleerte, durch ungenügendes Abfließen entstehen konnten, wurde in acht auf einander folgenden Tagen der Stallboden täglich mit einem großen trockenen Schwamme vorsichtig aufgetrocknet. Der Schwamm wurde vor und nach der Operation gewogen und als Mittel einer achttägigen Untersuchung ergab sich eine Gewichtszunahme von 15 Grm. Später als das Thier den Harn direct ins Glas entleerte, entfiel auch dieser Verlust.

Den Koth entleerte das Thier immer außer dem Stalle und derselbe konnte ohne Verlust gesammelt werden. In jeder Versuchsperiode wurde ein-, zweimal der Wassergehalt der Faecalmassen bestimmt und eine Stickstoffanalyse gemacht. Der Wassergehalt variirte zwischen 50 und 60 Pct. Ich habe als Mittel für den trockenen Koth 46 Pct. berechnet. Der Stickstoffgehalt zeigte bei allen Analysen eine bemerkenswerthe Übereinstimmung; er betrug fast ausnahmslos circa 5 Pct., die Variationen bewegten sich zwischen $\pm$ 0·1 — 0·3 Pct. Da sich diese Beständigkeit der Zusammensetzung herausstellte, wurden 5 Pct. als Stickstoffgehalt in der Rechnung angesetzt. Die Untersuchungsreihen *A* und *B* wurden begonnen, nachdem das Thier gekotet hatte.

Der gesammelte Harn wurde täglich gemessen und aus der Gesammtmenge 5 c. c. zur Stickstoffbestimmung verwendet. Diese Bestimmung wurde in dem von mir angegebenen [1]) Apparate durch Glühen mit Natronkalk ausgeführt. Die Besorgniß, daß das Stickstoffdeficit in der ungenügenden Zersetzung der stickstoffhaltigen Harnbestandtheile seinen Grund haben könnte, veranlaßte außer den bereits früher (bei Beschreibung des Apparates) erwähnten, noch weitere Controlversuche. Strecker's Wahrnehmung (Annal. d. Chemie u. Pharmacie, Bd. 118, pag. 151 ff.), daß bei der Stickstoffbestimmung der Guanidinsalze mittelst Natronkalk keine übereinstimmenden Resultate erhalten werden, ließ es fraglich erscheinen, ob bei der Stickstoffbestimmung des Harns mittelst Natronkalk eine vollständige Umwandlung in Ammoniak stattfindet oder ob etwa ein Theil des Stickstoffes in der Form von Cyanverbindungen im Natronkalk zurückgehalten werde. Wiewohl die übereinstimmenden Resul-

---

1) Beschrieben und in Abbildung mitgetheilt a. a. O.

tate mehrerer mit demselben Harne vorgenommenen Stickstoffbestimmungen die letztere Voraussetzung wenig wahrscheinlich machte, so wurde doch zu wiederholten Malen der zu mehreren Stickstoffbestimmungen verwendete Natronkalk mit destillirtem Wasser ausgelaugt und die filtrirte Lösung auf Cyan-Schwefelcyan- und cyansaures Kalium geprüft. Ein Theil der Lösung mit Eisenvitriol gekocht und dann mit Salzsäure angesäuert, gab keinen blauen Niederschlag, ein anderer Theil vorsichtig mit Salzsäure neutralisirt und mit Eisenchlorid versetzt, gab keine tief rothe Färbung, und ein dritter Theil der vorerst angesäuerten und dann nach längerem Stehen alkalisch gemachten Lösung entwickelte beim Aufkochen Dämpfe, die rothes Lackmuspapier nicht bläuten.

Es darf demnach angenommen werden, daß die Umwandlung der stickstoffhältigen Harnbestandtheile in Ammoniak beim Glühen mit Natronkalk vollkommen erfolgt sei.

Das Thier wurde täglich um 12 Uhr, nachdem es in das ihm untergehaltene Glas Harn entleert hatte, auf einer genauen auf 5 Grm. Belastung ausschlagenden Decimalwage gewogen. Nachher wurde ihm die Nahrung gereicht. Das zur Fütterung verwendete Fleisch war Pferdefleisch; es wurde von mir selbst möglichst von Fett und Sehnen befreit. Als mir das große Stickstoffdeficit zuerst auffiel, glaubte ich, dieses könnte seinen Grund darin haben, daß die der Stickstoffeinnahme zu Grunde gelegte Ziffer für den Stickstoffgehalt des Fleisches (3·4 N in 100 Grm. frischen Fleisches) zu hoch angenommen sei. Prof. Schneider war so gütig, den Stickstoffgehalt des Fleisches durch Elementaranalyse zu bestimmen. Diese ergab sogar einen etwas höheren N-gehalt.

Das Fleisch war meist von demselben Körpertheil (die glutei), es wurde für 3—4 Tage vorausgekauft und in der Kälte aufbewahrt. Wenn etwa eine Wasserverdunstung statt gehabt hätte, würde dadurch bei derselben Fleischportion eine größere Stickstoffzufuhr stattgehabt haben, der etwaige Fehler nach dieser Richtung würde also ein noch größeres Stickstoffdeficit zur Folge haben.

A.

Die erste Untersuchungsreihe wurde im Februar 1866 begonnen. Der Hund hatte durch vier Wochen 500 Grm. Fleisch, 100 Grm. Fett und 500 Grm. Wasser erhalten. Während dieser Zeit war sein

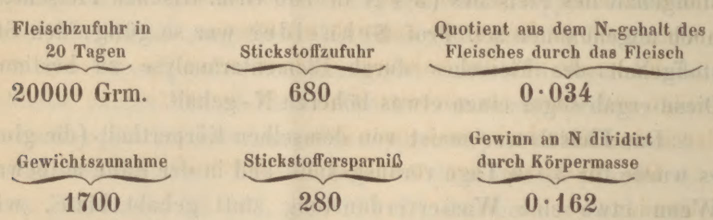
Gewicht von 32040 Grm. auf 26400 Grm. gesunken. Es wurde nun am 5. Februar bei unveränderter Fett- und Wasserzufuhr die tägliche Fleischmenge auf 1000 Grm. erhöht und die tägliche Untersuchung der Ausscheidungen begonnen.

Als Ergebniß der ersten zwanzigtägigen Reihe stellte sich folgendes heraus:

Körpergewichtszunahme	1700	Grm.
Stickstoffzufuhr	680	„
N-ausfuhr durch Harn	392·10	„
„ „ Koth	7·85	„
Differenz zwischen Ein- und Ausfuhr . .	280·00	„

Innerhalb zwanzig Tagen stieg das Körpergewicht von 26400 auf 28100, die Stickstoffzufuhr betrug $20 \times 34 = 680$ Grm., durch Harn wurde ausgeschieden 390 Grm. N, mit den Faecalmassen wurden nahezu 8 Grm. N ausgeführt. Die Summe der Stickstoffausfuhr innerhalb zwanzig Tagen betrug 400 N. Es wurden also innerhalb dieser zwanzig Tage um 280 Grm. weniger Stickstoff ausgeschieden, das Stickstoffdeficit betrug 41% der Einnahme.

Wenn wir das Stickstoffdeficit als Ersparniß ansehen wollen und wir das Verhältniß zwischen der Stickstoffzufuhr und eingeführtem Fleisch einerseits und Stickstoffersparniß und Körpergewichtszunahme andererseits vergleichen, ergeben sich folgende Zahlen:



Fleischzufuhr in 20 Tagen	Stickstoffzufuhr	Quotient aus dem N-gehalt des Fleisches durch das Fleisch
20000 Grm.	680	0·034

Gewichtszunahme	Stickstoffersparniß	Gewinn an N dividirt durch Körpermasse
1700	280	0·162

Wenn wir also auf 100 Grm. Fleisch 3·4 Grm. N eingeführt haben, würden auf 100 Grm. Gewichtszunahme 16·2 Grm. N zurückgeblieben sein.

Es war nicht daran zu denken, daß ein so stickstoffreiches Gewebe sich gebildet habe, man konnte also, wollte man an keine Stickstoffausfuhr auf anderem Wege glauben, dieses Deficit nur als Fleischansatz berechnen und annehmen, daß mehr Fleisch angesetzt wurde als der Gewichtszunahme entspricht, daß aber für das ange-

setzte Fleisch Fett oder Wasser abgegeben wurde. Wenn wir die 280 Grm. des Stickstoffdeficits auf Fleisch berechnen, würde dieses einem Fleischansatz von 8232 Grm. gleich kommen. Da die Gewichtsvermehrung nur 1700 Grm. beträgt, müßte das 26400 Grm. schwere Thier 6532 Grm. also nahezu $^1/_4$ Theil seines Körpergewichtes Fett und Wasser ausgegeben und dafür Fleisch angesetzt haben. So unwahrscheinlich diese Annahme auch ist, war sie doch noch immer denkbar, man konnte sich sagen, das Thier sei früher fleischarm gewesen, die Zufuhr von 500 Grm. Fleisch war ungenügend, das Thier hatte einen bedeutenden Gewichtsverlust erlitten. Bei der vermehrten Fleischzufuhr sei das Gewicht gestiegen, der Ansatz war also Fleich, es war eine Fleischmästung eingetreten. Nach Untersuchungen von Lawes und Gilbert (Proceedings of the royal society, Juni 1858) enthalten die fleischigen Theile bei gemästeten Thieren bis 23 Pct. weniger Wasser als bei magern. Die verminderte Gewichtszunahme könnte also vorzüglich auf eine größere Wasserabgabe zu beziehen sein. Wohl zeigte sich keine größere Wasserausscheidung durch den Harn als in der dieser Periode vorangegangenen Zeit, bei welcher in Folge mangelhafter Nahrung eine Gewichtsabnahme stattgefunden hatte, indeß war noch immer denkbar, daß diese vermehrte Wasserausscheidung durch gesteigerte Wasserperspiration statt gehabt hatte. Es war also nach dieser zwanzigtägigen Versuchsepoche noch immer anzunehmen, daß Harn und Koth allen ausgeschiedenen Stickstoff enthalten und das Deficit konnte noch als Ersparniß angesehen werden.

Es wurde nun der Nahrung ein Grm. geglühtes CO_2NaO hinzugefügt und schon am nächsten Tage war die Stickstoffausscheidung durch den Harn bedeutend gestiegen.

Die Resultate der zehntätigen Untersuchungsperiode waren folgende:

Körpergewichtszunahme	610	Grm.
Stickstoffzufuhr	340	„
N-ausfuhr durch Harn	310	„
„ „ Koth	4·65	„
Differenz	25·00	„

Die Stickstoffzufuhr betrug 340 Grm., die Ausfuhr durch Koth und Harn 315 Grm., es war also bloß ein Deficit von 25 Grm., gleich 7 Pct. Wird die Gewichtszunahme als Fleischansatz betrachtet und

dafür 20·7 Grm. Stickstoff in Rechnung gebracht, dann beträgt das Deficit für zehn Tage nur 4·3 Grm. gleich 1 Pct. oder 0·4 Grm. für den Tag. Dieses Deficit fällt noch vollständig innerhalb der Fehlergrenze, die sich bei den zahlreichen Messungen und Analysen und deren Umrechnung auf große Quantitäten naturgemäß ergeben. Man kann also behaupten, daß innerhalb dieser zehn Tage ein vollständiges Gleichgewicht zwischen Einnahme und Ausgabe stattgefunden habe, und daß aller umgesetzte Stickstoff durch Harn und Koth ausgeschieden wurde.

Nun wurden der Nahrung 2 Grm. CO_2NaO hinzugefügt, es erfolgte wieder eine Verminderung der Stickstoffausfuhr durch den Harn. Es ergab sich:

Körpergewichtszunahme . .	1760	Grm.
Stickstoffeinnahme	680	„
N-ausfuhr durch Harn . . .	486·8	„
„ „ Koth . . .	7·9	„
Differenz	185·3	„

Die Differenz zwischen Ein- und Ausfuhr beträgt 185·3 Grm., gleich 27·2 Pct. Wenn wir dieses Deficit als Fleisch berechnen, käme es einem Fleischansatze von 5470 Grm. gleich. Die Gewichtsvermehrung beträgt 1760 Grm., das Thier müßte also abermals 3710 Grm. Fett oder Wasser abgegeben haben.

In einer vierten Versuchsreihe wurde während zwanzig Tagen die gleiche Nahrung ohne kohlensaures Natron gereicht, die Verhältnisse der Stickstoffausscheidung blieben dieselben wie in der vorangegangenen Reihe.

Körpergewichtszunahme . .	1190	Grm.
Stickstoffzufuhr	680	„
N-ausfuhr durch Harn . . .	519	„
„ „ Koth . . .	7·8	„
Differenz	153	„

Die Differenz zwischen Stickstoffein- und Ausfuhr beträgt 153 Grm. gleich 22·5 Pct. Die Stickstoffdifferenz als Fleisch berechnet, gäbe eine Gewichtszunahme von 4500 Grm. Fleisch, es müßten, da die Gewichtszunahme nur 1190 Grm. beträgt, abermals an der Stelle des nicht nachweisbaren Überschusses von 3310 Grm. andere Körperbestandtheile ausgeschieden worden sein.

Die nachstehende Tabelle faßt die Resultate der gesammten 70 Tage dauernden Versuchsepoche zusammen.

Periode	Nahrung und sonstige Einfuhr	Versuchsdauer in Tagen	Körpergewichtszunahme	Harnmenge		Stickstoffzufuhr	Stickstoffausfuhr im Harn und Koth	Stickstoffdifferenz	
				im Ganzen	im Mittel p. d.			in Grammes	p. c.
I.	1000 Grm. Fleisch	20	1700	15035	752	680	400	280	41
II.	gleiche Nahrung 1 Grm. CO_2NaO..	10	610	8510	851	340	315	25	7
III.	gleiche Nahrung 2 Grm. CO_2CaO..	20	1760	15720	786	680	494·7	185·3	27·2
IV.	gleiche Nahrung kein CO_2NaO ...	20	1190	16280	814	680	527	153	22·5
	Summe..	70	5260			2380	1736·7	643·3	

Das wichtigste Ergebniß dieser langen Versuchszeit ist das große Stickstoffdeficit. Es betrug innerhalb 70 Tagen 643·3 Grm.

Die Hauptfrage, die nun zur Erörterung kommt, ist die: können wir diese als Differenz zwischen Ein- und Ausfuhr sich herausstellende Stickstoffmenge als ein im Körper zurückgebliebenes Ersparniß ansehen?

Wenn wir die Stickstoffdifferenz durch die Gewichtszunahme dividiren, erhalten wir als Quotient 0·122 d. h. es kommen auf 100 Grm. Gewichtszunahme 12·2 Stickstoffdifferenz, es würde, wenn die Gewichtszunahme der Ausdruck wäre für das Stickstoffersparniß, diese Zunahme von einem Gewebe herrühren, welches fast viermal stickstoffreicher ist als Fleisch, eine Annahme, die von vornherein auszuschließen ist.

Denken wir uns, wie es Voit in seinen Stoffwechselrechnungen gethan, die Stickstoffdifferenz als Fleischansatz, würde dieselbe einem Fleischquantum von 18920 Grm. gleich kommen. Das Thier hat an Körpergewicht 5260 Grm. zugenommen, als Compensation für den in der Gewichtszunahme nicht zum Ausdrucke kommenden Fleischansatz müßten 13660 Grm. andere Körperbestandtheile (nach Voit, Fett und Wasser) ausgeschieden worden sein. Das ursprüngliche Gewicht des Thieres beim Beginne unserer Untersuchung war 26400 Grm. Bidder und Schmidt[1]) fanden, daß eine wohlgenährte Katze,

[1]) Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel 1852.

welche sie getödtet hatten, auf 1505 Grm. Körpergewicht 677 Grm. Muskeln und Sehnen hatte, also auf ein Kgrm. Thier 450·3 Grm. Fleisch. Voit [1]) bestimmte bei einer nach reichlicher Fleischnahrung getödteten Katze das Gewicht der einzelnen Organe und fand wie Bidder und Schmidt das Gewicht der Muskeln = 45·3 Pct. des Lebendgewichtes des Thieres. Bei einer nach 14tägigem Hunger getödteten Katze war der Percentgehalt des Thieres an Fleisch = 46·7 Pct.

Wenn wir diese von beiden Forschern übereinstimmend gefundenen Zahlen auf unser Thier anwenden, würde es beim Beginne des Versuches 11880 Grm. Fleisch gehabt haben; wenn wir nun den neuen Fleischansatz von 18920 hinzuaddiren, würde das Thier, welches zu Ende des Versuches 31660 Grm. schwer ist, 30800 Grm. Fleisch besitzen. Für diesen Fleischansatz hat das Thier nach der Hypothese 13660 Grm. andere Bestandtheile abgeben müssen. Da beim Beginne des Versuches, wenn wir den Fleischgehalt von 11880 Grm. abrechnen, die Summe aller anderen Gewebe und Flüssigkeiten circa 14600 Grm. betrug, müßte es bei der Fleischmetamorphose seinen Gesammtkörperbestand umgesetzt und sich schließlich in einen Fleisch- oder Eiweißkörper umgewandelt haben.

So lange es sich um kürzere Versuchsperioden handelte, konnte man jene Hypothese des Stickstoffansatzes mit compensirendem Fett- oder Wasserverluste gelten lassen. Die lange Versuchsreihe hat die Unhaltbarkeit dieser Hypothese ziffermässig dargelegt.

Wir müssen also davon abgehen die Stickstoffdifferenz als Ersparniß zu betrachten, wir sind gezwungen, sie als eine Ausgabe anzusehen, und zwar als eine solche, welche den Körper auf einem andern Wege als durch Harn und Koth verlassen hat.

B.

Nachdem derselbe Versuchshund den Sommer über mit Fleisch gefüttert war, wurde im Winter 1866 eine neue Versuchsreihe begonnen. Diese Versuche variirten von den früheren darin, daß die Nahrung bloß aus Fleisch bestand, und daß dasselbe in steigender Quantität gereicht wurde. Als Getränk erhielt das Thier während der ganzen Versuchsdauer täglich 1300 Grm. Wasser.

---

[1]) Voit. Über die Verschiedenheit der Eiweißzersetzung beim Hungern. Zeitschrift für Biologie II. Bd. 3. Heft.

In den ersten zehn Tagen erhielt das Thier täglich 1 ½ W. Pf. = 840 Grm. Fleisch. Es betrug innerhalb dieser Zeit die:

Gewichtsabnahme	550	Grm.
Stickstoffzufuhr	285·6	„
N-ausfuhr durch Harn und Koth	227·9	„
Differenz	— 57·7=20·2 Pct.	

Die Nahrungsmenge hat nicht zur Erhaltung des Gleichgewichtes hingereicht, das Thier hat an Lebendgewicht verloren. Da das Thier zu seiner Erhaltung von seinem eigenen Körper zusetzen mußte und dieser Zusatz doch wahrscheinlich zum Theile aus stickstoffhaltigen Gewebselementen bestand, mußte man erwarten im Harn eine Stickstoffmenge zu finden, welche die mit der Nahrung zugeführte Menge übertraf. Statt dessen blieb die Ausfuhr wesentlich hinter der Einfuhr zurück. Das Stickstoffdeficit hat ⅕ der Stickstoffeinfuhr betragen.

Da die durchschnittliche Gewichtsabnahme per Tag circa 50 Grm. betrug, wurde nun die Nahrung um ein entsprechendes Quantum gesteigert. Es wurde nun täglich 1 Pfund 20 Loth = 910 Grm. zugeführt und diese Ernährung durch 20 Tage fortgesetzt. Das Ergebniß dieser Versuchsreihe gibt die nachfolgende Zusammenstellung:

Gewichtsabnahme	600	Grm.	
Stickstoffzufuhr	618·8	„	
N-ausfuhr durch Koth und Harn	484·9	„	
Differenz	—133·9	„	21·6%.

Das Plus der Nahrung hat nicht zur Erhaltung des Körpergewichtes hingereicht, dasselbe hat noch immer abgenommen, aber in geringerem Grade als in der ersten Periode, die tägliche Gewichtsabnahme betrug 30 Grm. Das Stickstoffdeficit war aber nahezu ganz dasselbe wie in der ersten 10tägigen Versuchsperiode.

Die Nahrung wurde abermals und nun auf 1 Pf. 24 Loth gleich 980 Grm. vermehrt und diese Ernährung durch 18 Tage fortgesetzt. Innerhalb dieser Zeit war:

Körpergewichtsabnahme . . .	880 Grm.		
Stickstoffeinfuhr	600	„	
N-ausfuhr durch Harn und Koth	480	„	
Differenz	—120	„	= 20 Pct.

Es hat also auch jetzt noch eine Gewichtsabnahme und ein Stickstoffdeficit stattgefunden. Eigenthümlich ist es, daß in allen drei

Versuchsperioden nahezu dasselbe Percent des eingenommenen Stickstoffes in den sensiblen Ausgaben fehlte.

Es wurde nun der Nahrung 1 Grm. CO_2NaO hinzugefügt und durch zehn Tage 980 Grm. Fleisch + 1 Grm. CO_2NaO verabreicht. Das Resultat dieser zehntägigen Periode war:

Körpergewichtsabnahme . . .	440	Grm.	
Stickstoffzufuhr	333·2	„	
N-ausfuhr durch Harn und Koth	294	„	
Differenz	— 39·2	„	= 11·3 Pct.

Mit der Zufuhr des CO_2NaO war also die Stickstoffausfuhr durch den Harn wie in der vorjährigen Versuchsreihe vermehrt, das Stickstoffdeficit sank von 20 auf 11 Pct.

Dasselbe Verhältniß hielt an, nachdem das kohlensaure Natron ausgesetzt wurde; es war in den nächstfolgenden zehn Tagen die:

Gewichtsabnahme	600	Grm.	
Stickstoffzufuhr	333·2	„	
N-ausfuhr durch Harn und Koth	300	„	
Differenz	— 33·2	„	= 10 Pct.

Das Thier erhielt jetzt 1100 Grm. Fleisch, es begann nun an Körpergewicht zuzunehmen. Innerhalb zehn Tagen ergaben sich folgende Verhältnisse:

Körpergewichtszunahme . . .	400	Grm.	
Stickstoffeinfuhr	374	„	
N-ausfuhr durch Harn und Koth	353·7	„	
Differenz	— 20·3	„	= 5.4 Pct.

Berechnet man die Gewichtszunahme als Fleisch, ergibt die Differenz in der Ausscheidung — 7·7 Grm. für 10 Tage = 1·2 Pct.

Abermals wurde der Nahrung von 1100 Grm. 1 Grm. COaNaO hinzugefügt. Es betrug die

Gewichtszunahme	210	Grm.	
Stickstoffzufuhr	474	„	
N-ausfuhr durch Harn und Koth	382·4	„	
Differenz	+ 6·4	„	= 1·7 Pct.

Zum ersten Male trat ein Überschuß der Stickstoffausscheidung durch Harn und Koth auf, das Plus der Ausscheidung gegen die Aufnahme betrug 1·7 Pct. und wenn die Gewichtszunahme als Fleisch berechnet wird, war das Plus = 3·6 Pct.

Ich wollte nun sehen, wie die Ausscheidung sich gestaltet, wenn man wieder auf die frühere ungenügende Nahrungsmenge herabginge. Das Thier erhielt durch 10 Tage täglich 900 Grm. Fleisch. Es ergaben sich folgénde Verhältnisse:

Gewichtsabnahme	690	Grm.	
Stickstoffeinfuhr	306	„	
N-ausfuhr durch Harn und Koth	319·2	„	
Differenz	+ 13·2	„	= 4.3 Pct.

Das Körpergewicht hat abgenommen, die Stickstoffausfuhr durch Harn und Koth beträgt mehr als die Einfuhr in der Nahrung. Da ein Theil des Gewichtsverlustes auf Rechnung des Fleisches gesetzt werden und die diesem Verluste entsprechende N-menge noch in die Umsetzung einbezogen werden kann, dürfte sich in dieser Reihe ergeben, daß der gesammte umgesetzte Stickstoff durch Koth und Harn entleert wurde.

Die nachstehende Tabelle resumirt die Ergebnisse der gesammten Versuchsepoche.

Periode	Nahrung	Dauer der Periode	Gewichtsveränderung	Harnmenge während der ganzen Periode	Harnmenge per Tag	Stickstoff Einfuhr	Stickstoff Ausfuhr durch Harn und Koth	Differenz in Grammes	Differenz in Pct.
I.	840 Grammen Fleisch	10	— 550	13990	1399	285·6	227·9	— 57·7	20·2
II.	910 Grammen Fleisch	20	— 600	29990	1499	618·8	484·9	— 133·9	21·6
III.	980 Grammen Fleisch	18	— 880	28020	1556	600·0	480·0	— 120·0	20·0
IV.	980 Grammen Fleisch, 1 Grm. CO_2NaO	10	— 440	17320	1732	333·2	294·0	— 39·2	11·3
V.	980 Grammen Fleisch	10	— 600	17670	1767	333·2	300·0	— 33·2	10·0
VI.	1100 Grammen Fleisch	10	+ 400	18380	1838	374·0	353·7	— 20·3	5·4
VII.	1100 Grammen Fleisch, 1 Grm. CO_2NaO	10	+ 210	19640	1964	374·0	382·4	+ 6·4	1·7
VIII.	900 Grammen Fleisch	10	— 690	17610	1761	306·0	319·2	+ 13·2	4·3

Die drei ersten Perioden weisen ein sehr bedeutendes Stickstoffdeficit nach, dieses Deficit ist percentisch dasselbe, trotzdem die Nahrung eine steigende war. Mit der Zufuhr des kohlensauren Natrons sinkt das Deficit und bleibt bei unveränderter Nahrung auch dann noch geringer, als das kohlensaure Natron der Nahrung nicht mehr zugesetzt wird. Bei einer Zufuhr von 1100 Grm. Fleisch ist wohl noch ein Stickstoffdeficit, aber es ist gleichzeitig Gewichtsvermehrung, und wenn diese als Fleisch berechnet wird, ist die Differenz zwischen Stickstoffzufuhr- und Ausfuhr eine minimale. Bei abermaliger Hinzuführung von CO_2NaO wird die Stickstoffausscheidung größer als die Zufuhr.

Wieder ist die Frage, wie ist die Stickstoffdifferenz zwischen Einfuhr und Ausfuhr zu deuten? Ist sie als Deficit oder als ein dem Körper zu gut gekommenes Ersparniß aufzufassen?

Als Gesammtresultat dieser 98tägigen Versuchsreihe ergibt sich eine Differenz zwischen Einfuhr und Ausfuhr von 384·7 Grm. N. Es wurden innerhalb dieser Zeit 384·7 Grm. N mit der Nahrung mehr zugeführt, als durch Harn und Koth ausgeschieden. Wenn wir diesen Stickstoffbetrag in Fleisch umsetzen, ergibt dies über 11 Kilo Fleisch. Das Thier müßte also 11 Kilo Fleisch angesetzt haben, wenn diese Stickstoffdifferenz als Ersparniß aufgefaßt werden sollte. Das Thier hat aber nicht an Gewicht zugenommen, es hat im Gegentheil an Gewicht verloren, wir hätten uns nun zu denken, daß außer dem durch die Wage nachweisbaren Gewichtsverlust noch weitere 11 Kilo des Thieres umgesetzt wurden als Compensation für die durchs Gewicht nicht zu ermittelnden 11 Kilo Fleischansatz. Das Gewicht des Thieres beim Beginn des Versuches war 28620 Grm. Nach den durch Voit, Bidder und Schmidt gefundenen Verhältnißzahlen, war das Muskelgewicht dieses Thieres gleich 12879 Grm. Wenn nun all' der fehlende Stickstoff als Fleisch angesetzt worden wäre, wäre zum Schlusse des Versuches das Fleischgewicht des nun 25610 Grm. wiegenden Thieres gleich 12879 + 11310 = 24189. Das Thier behielte für die Summe aller stickstofffreien Gewebe und Flüssigkeiten 1421 Grm. Es leuchtet von selbst ein, daß eine solche Annahme undenkbar ist. Wir sind also auch in diesem Falle gezwungen die Stickstoffdifferenz als ein Deficit anzusehen und zwar als ein Deficit, welches dadurch veranlaßt wurde, daß der umgesetzte Stickstoff den Thierleib auf einem andern Wege als durch Nieren und Darm verlassen hat.

Wenn wir die einzelnen Reihen dieser langen Versuchszeit prüfen, finden wir, daß das Verhältniß der Stickstoffausscheidung durch Harn und Koth zum Stickstoff der Einnahme in den einzelnen Reihen wesentlich verschieden ist. In den drei ersten Reihen ist trotz steigender Nahrungszufuhr das Verhältniß zwischen Einnahme und Ausfuhr durch Harn und Koth ungefähr dasselbe, in allen drei Reihen beträgt das Deficit 20—21 Pct. Durch die Einführung von kohlensaurem Natron wird die Stickstoffausscheidung durch Harn wesentlich vermehrt, das Deficit wird wesentlich vermindert. Dieselbe Erfahrung machten wir in der Versuchsreihe A. Durch Einnahmen von kohlensaurem Natron sank das Stickstoffdeficit von 41 auf 7 Pct., d. h. es wurden 93 Pct. des eingenommenen Stickstoffes, durch Harn und Koth ausgeschieden. Da die Stickstoffausscheidung mit dem Kothe nur eine verhältnißmäßig sehr geringe ist und fast in allen Perioden stettig bleibt, trifft diese vermehrte Ausscheidung bloß die Nieren. In A dauerte diese vermehrte Stickstoffausfuhr nicht lange, nach 10 Tagen trat wieder eine vermehrte Ausfuhr auf anderen Wegen ein, das Deficit stieg, wenn es auch nie so bedeutend wurde, als es im Beginn der Untersuchungsreihe und vor Einfuhr des kohlensauren Natrons war.

Im Versuche B hielt die vermehrte Stickstoffausfuhr durch den Harn an und sie steigerte sich in Periode VI, als nach der Einfuhr des kohlensauren Natrons die Fleischzufuhr eine wesentlich größere wurde, das Deficit sank auf 5·4 Pct. Gleichzeitig stieg das Körpergewicht. Würde man diese Körpergewichtszunahme als Fleisch berechnen, dann könnte man das anscheinende Deficit als im Körper angesetzt ansehen, und es wäre in dieser 10tägigen Reihe aller umgesetzter Stickstoff der Nahrung durch Harn und Koth ausgeschieden.

In Periode VII wurde nun abermals ein Versuch mit der Einfuhr von kohlensaurem Natron zur Nahrungsmenge der Vorperiode gemacht. Wieder steigt die Stickstoffausfuhr durch den Harn, sie übertrifft dieses Mal selbst die Einfuhr durch die Nahrung, es ist ein Theil der Körpersubstanz in die Umsetzung einbezogen und deren N durch die Nieren ausgeschieden. Diese gesteigerte Stickstoffausfuhr dauert fort, als auch die Fleischzufuhr eine wesentlich geringere wird.

In Periode VIII übertrifft die Ausfuhr die Einfuhr um 13 Grm., die Nahrung war für den Verbrauch nicht hinreichend, es mußte stickstoffhaltige Körpersubstanz umgesetzt werden, und ein Theil der

Körpergewichtsabnahme kommt unzweifelhaft auf Rechnung des Fleisches, dessen Stickstoff durch den Harn ausgeschieden wurde.

Interessant und lehrreich ist die Zusammenstellung der beiden Perioden II und VIII. In beiden Perioden wird ungefähr dieselbe Nahrungsmenge gereicht. Die Nahrung ist für den Körper unzureichend, was sich in einer Körpergewichtsabnahme ausspricht. Ja sogar das kleine Minus von Nahrung in der Periode VIII im Vergleiche zur Periode II, nämlich 900 Grm. gegen 910 Grm., drückt sich durch eine um 90 Grm. gesteigerte Körpergewichtsverminderung in Periode VIII aus.

Trotz dieser gleichen Ernährungsverhältnisse sahen wir in Periode II eine Stickstoffdifferenz zwischen Einnahme und Ausgabe durch Harn von 134 Grm., während in Periode VIII die Ausfuhr durch Harn, noch ein kleines Plus über die Einnahme beträgt. Hier haben wir bei gleichen Endresultaten für den Körper die Beispiele für die zwei verschiedenen Formen der Ausscheidung des umgesetzten Stickstoffes. In Periode II entstand das Deficit, weil ungefähr $1/_5$ der Einfuhr durch Lungen und Haut ausgeführt wurde, während in Periode VIII der gesammte Stickstoff der Nahrung und vielleicht auch der ganze Stickstoff des umgesetzten Fleisches durch den Harn ausgeschieden wurde. Würde der Gesammtgewichtsverlust in Periode VIII durch Fleischumsatz entstanden sein, dann würde auch in dieser Periode eine minimale Stickstoffausfuhr auf anderem Wege als durch Harn und Koth stattgefunden haben.

Wodurch diese Verschiedenheit der Stickstoffausführung bewirkt wird, ist uns noch völlig räthselhaft. Wir sind nach den Resultaten unserer Untersuchung zu der Annahme berechtigt, daß kohlensaures Natron die Stickstoffausfuhr durch den Harn steigert; in welcher Weise das kohlensaure Natron diesen Einfluß übt, darüber ist kaum eine Vermuthung gestattet. Sollte es die durch kohlensaures Natron bewirkte Steigerung der Diurese sein, welche diese vermehrte Ausfuhr der Umsatzproducte in Form von Harnstoff veranlaßt? Es ist aus den Versuchen von Becker, Moßler, Genth u. A. bekannt, das mit vermehrter Harnausfuhr auch die Summe des durch Harn ausgeführten Harnstoffes wesentlich gesteigert wird. Für die Versuchsreihen B würde diese Erklärung passen, dort ist vom Momente der Einfuhr des kohlensauren Natrons die Harnausfuhr wesentlich vermehrt und dieser entsprechend auch die Ausfuhr der stickstoff-

haltigen Umsatzproducte. In den Versuchen A wird durch die Einfuhr des kohlensauren Natrons die Diurese ebenfalls vermehrt, aber die Harnausfuhr ist auch in Periode IV jener in II gleich, ohne daß die Harnstoffausscheidung in beiden Perioden gleichen Schritt geht.

Liebig hat dem Alkali des Blutes eine große Rolle bei den Oxydationsprocessen zugeschrieben. Sollte die Einfuhr des kohlensauren Natrons die Oxydation der Albuminate in der Art steigern, daß der C und H der Umsetzungsproducte zu CO_2 und HO oxydirt werden, und mit diesen zugleich der frei gewordene elementare N ausgeschieden werde?

Es ist kaum mehr als eine vage Vermuthung, wenn wir eine solche Ansicht aussprechen, denn es fehlt uns noch jeder positive Anhalt über die Art und Weise, in welcher die Zersetzung der Albuminate vor sich geht. Wir wissen nicht ob durch Oxydation des C und H der Stickstoff frei wird und in seiner elementaren Form zur Ausscheidung gelangt, oder ob eine Spaltung der Stickstoffgewebe eintritt in der Weise, daß sich aus denselben Fett bildet und aus den Residuen des frühern Atomencomplexes der frei gewordene Stickstoff zur Ausscheidung gelangt. Vielfache Beobachtungen sind nöthig um über die Einflüsse unter welchen die verschiedene Umsetzung der Albuminate im Körper stattfindet und über diese Umsetzungsprocesse selbst ins Klare zu kommen.

Vorläufig sind wir auf Grundlage unserer Untersuchungen zu folgenden Schlüssen berechtigt:

1. Die stickstoffhaltigen Umsetzungsproducte werden nicht blos mit Koth und Harn ausgeschieden. Es gibt für dieselben auch andere Ausscheidungswege und wahrscheinlich wird ein Theil des Stickstoffes durch Lungen und Haut ausgeschieden.

2. Unter verschiedenen noch nicht ermittelten Einflüssen ist die Ausscheidung der umgesetzten Stickstoffelemente durch den Harn die vorwaltende, während unter anderen Bedingungen ein großer Theil und selbst bis zur Hälfte des umgesetzten Stickstoffes auf anderen Wegen den Körper verläßt.

3. Das kohlensaure Natron scheint die Ausscheidung der stickstoffhaltigen Umsatzproducte durch die Nieren, in Form von Harnstoff wesentlich zu steigern.

4. Man ist nicht berechtigt jedes Deficit zwischen Stickstoffeinfuhr und Ausfuhr durch Harn und Koth als ein dem Körper zu Gute kommendes Stickstoffersparniß anzusehen und als Fleischansatz zu berechnen.

Das Resultat, zu welchem ich in meinen Versuchen gelangt bin, daß nämlich Stickstoff auf anderem Wege als durch Koth und Harn ausgeschieden wird, ist nicht neu, es haben es vor mir schon sehr ausgezeichnete Beobachter gefunden, und bis auf die neueste Zeit haben die namhaftesten Physiologen, ich nenne nur Donders, Funke, Wundt, einen Stickstoffverlust auf anderem Wege als durch Koth und Harn angenommen. Auch Ludwig hält die Ergebnisse aus Voit's Versuchen nicht für maßgebend für ein allgemeines Gesetz, und glaubt eben nur, daß bei Hunden, aber nicht für den Hund im Allgemeinen, und noch weniger für andere Thierklassen, der ganze Stickstoffgehalt der Nahrung, welcher ins Blut überging, durch den Harnstoff entleert werden kann.

Voit hat in einer Abhandlung [1]), welche den ganzen Stand der Frage zusammenfaßt, viele hieher gehörige Arbeiten resumirt und ist zu dem Schlusse gelangt, den er in folgenden Worten ausspricht: „Ich stehe nicht an es als ein allgemein gültiges Gesetz hinzustellen, daß unter gewöhnlichen Verhältnissen aller Stickstoff der im Körper zersetzten stickstoffhaltigen Stoffe denselben durch Koth und Harn verläßt.“ „Der Glaube an eine anderweitige Stickstoffausfuhr“ heißt es weiter, „wurde nur durch die fehlerhaften Resultate dieser Untersuchungen (jene von Boussingault, Barral u. s. w.) hervorgerufen“ ferner: „Ich habe dargethan, daß, nachdem einmal durch die Versuche an Hunden die Sache richtig aufgefaßt und das einzuschlagende Verfahren festgestellt war, seitdem bei keiner Untersuchung und bei keinem Thiere bei Erhaltungsfutter ein Deficit im Harn und Koth gefunden wurde.“

Es drängte mich nun vor Allem jene Versuche aufmerksam zu studiren, welche bis jetzt den Glauben (!) an eine andere Stickstoffausfuhr unterhalten hatten und zu sehen, ob die Resultate derselben auf Grundlage der von Voit erhobenen Einwendungen als fehlerhaft

---

[1]) Voit: Untersuchungen über die Ausscheidungswege der sticksfoffhaltigen Zersetzungsproducte aus dem thierischen Organismus. Zeitschr. für Biologie II. Bd. 1. u. 2. Hft.

zu betrachten sind; ich studirte ferner die Versuche jener Forscher, die Voit für die Allgemeinheit seines Gesetzes als beweiskräftig anführt.

Die nachfolgenden Blätter enthalten nun das Resultat dieses kritischen Ganges.

Bischoff fand in seinen früheren von ihm allein angestellten Versuchen ein bedeutendes Stickstoffdeficit. Es fehlte im Harn nahezu ein Drittel des eingenommenen Stickstoffes. Voit (a. a. O. S. 195) ist wie Bischoff der Ansicht, daß dieses Deficit zum größten Theile von einer Zersetzung des Harnstoffs in CO_2 Ammoniak herrühre und glaubt, daß sich dies ohne Zwang dadurch erklären lasse, weil der Harn des Hundes I manchmal, der des Hundes II immer alkalisch reagirte. Nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen scheint mir diese Erklärung nicht begründet. Der Harn meines Versuchshundes reagirte stets sauer, nur wenn ich CO_2NaO gab, war der in den nächsten zwölf Stunden gelassene Harn stark alkalisch. Und trotzdem war wie die Versuche ergaben gerade der während des Alkaligebrauches gelassene Harn reicher an Stickstoff, es war also zum mindesten kaum wahrscheinlich, daß bei den Hunden von Bischoff in Folge der Alcalescenz des Harns ein N-verlust statt gehabt haben könnte. Ich überzeugte mich ferner durch directe Untersuchung, daß selbst in einem hochgradig alkalisch gewordenen Harn mindestens innerhalb zehn Tagen, soweit reichen meine Untersuchungen, kein N-Verlust eintritt. Ich untersuchte frisch gelassenen Harn am:

$^{16}/_1$, er reagirt sauer . . . . . . N-gehalt 1·71 Pct.

derselbe Harn untersucht

$^{20}/_1$ hochgradig alkalisch . . . N-gehalt 1·72.

Ein anderesmal bestimmte ich in frischem Harn den $\overset{+}{U}$-gehalt durch Titriren und den N durch Glühen mit Natronkalk, ich ließ den Harn drei Tage stehen bis er stark alkalisch wurde und bestimmte den $\overset{+}{U}$ abermals, ohne eine wesentliche Abnahme, zu finden.

$^{5}/_2$ frischer Harn sauer $\overset{+}{U}$ 3·8% . N 1·79 Pct.

$^{8}/_2$ stark alkalisch $\overset{+}{U}$ 3·7%

in einer dritten Probe hatte die Untersuchung folgende Resultate:

$^{25}/_1$ frischer Harn sauer N 1·68 Pct.

$^{1}/_2$ stark alkalisch N 1·68

$^{6}/_2$ derselbe Harn . . . $\overset{+}{U}$ 3·2 = 1·42 N.

Bidder und Schmidt [1]) fanden in sieben Versuchen bei Hunden und Katzen nur zweimal (bei Katzen) fast allen eingeführten Stickstoff im Harn wieder. In den fünf anderen Versuchen war viermal ein Deficit von 9 bis 10—16—28 Pct. und einmal eine Mehrausgabe von N durch den Harn von 17 Pct. Bidder und Schmidt berechnen diese N-Differenz als Fleischansatz.

Hoppe [2]) hat einen Hund sieben Tage mit Fleisch und sieben Tage mit Fleisch und Rohrzucker gefüttert.

Bei ausschließlicher Fleischkost nahm der Hund in der Nahrung ein:

	88·3 N
Ausscheidung durch Harn . . .	66·9
„ „ Koth . . .	7·6
	74·5
Deficit	13·8 Grm. = 17·1 Pct.

Bei der Fleisch und Rohrzuckerfütterung hat das Thier in der Nahrung aufgenommen:

	86·4 N
im Harnstoff ausgeschieden	41·1
„ Koth „	6·3
	47·4
das Stickstoffdeficit beträgt	39·0 = 48·1 Pct.

Die wichtigsten Versuche an Herbivoren, die aus der vor Voit'schen Zeit datiren, sind die von Boussingault. Boussingault [3]) stellte seine Untersuchungen an einer Kuh und an einem Pferde an. Die Kuh hat vor dem Versuche durch einen Monat und das Pferd durch drei Monate vor dem Versuche dieselbe Nahrung erhalten. Die Thiere haben Beharrungsfutter (ration d'entretien) erhalten und wie Boussingault ausdrücklich bemerkt, in der dem Versuche vorausgehenden Periode ein stationäres Körpergewicht behalten.

Die Resultate der Untersuchungen waren folgende:

---

[1]) Bidder & Schmidt, Die Verdauungssäfte etc.

[2]) Hoppe, Virchov's Archiv. Bd. X, S. 159.

[3]) Boussingault, Analyses comparées etc. Annales de Ch. et de Phys. T. 71.

Die Kuh erhielt innerhalb 24 Stunden in der Nahrung:

201 Grm. N

sie schied aus: in der Milch . . . . 46·0
im Harn . . . . . 36·5
in der Faecalmasse . 92·0
174·0

Das Deficit beträgt 27 Grm., und wenn wir dieses Deficit mit Abzug des N der Faecalmassen berechnen, ist dasselbe = 24·7 Pct. des ins Blut aufgenommenen Stickstoffes.

Das Pferd hatte innerhalb 24 Stunden eingenommen:

139·4 Grm. N

ausgeschieden: im Harn . . . 37·8
im Koth . . . 77·6
115·4

Differenz — 24 Grm. = 38·8 Pct. des ins Blut übergeführten N der Nahrung.

Die Untersuchungen an der Taube [1]) umfassen zwei Versuchsreihen, die eine von fünf Tagen, die andere von sieben Tagen. Die Nahrung war Hirse. Das Thier, welches sich selbst rationirte, genoß täglich nahezu dieselbe Nahrungsmenge und schied täglich fast dieselbe Excrementenmenge aus.

In der ersten fünftägigen Versuchsreihe betrug die N-einfuhr mit der Nahrung:

2·17 Grm.

die Stickstoffausfuhr . . . 1·39
Differenz . . . 0·78 Grm. = 35·9 Pct.

das Thiergewicht im Beginne des Versuches war 187·90
„ „ zum Schlusse „ „ „ 186·27

Das Thier hatte an Gewicht 1·63 Grm. verloren.

In der zweiten siebentägigen Versuchsperiode betrug
die Stickstoffeinnahme . . . . 3·34
die Ausgabe . . . . 2·20
die Differenz war . . . 1·14 = 34·1 Pct.

das Körpergewicht beim Beginne des Versuches 186·70
„ „ „ Schlusse „ „ 185·47

[1]) Annales de Chimie et de Physique. T. 11 3me Série.

Boussingault untersuchte bei der Taube auch die durch Respiration ausgeschiedene CO_2 und fand die direct bestimmte CO_2 fast gleich an Menge jener, welche durch Rechnung aus der Differenz zwischen eingenommenem und mit den Excrementen ausgeschiedenem C gefunden war.

Die wichtigsten Versuche über die Ernährungsstatik des Menschen hat Barral angestellt. Barral [1]) hat seine Versuche an vier (nicht zwei wie Voit angibt) Individuen gemacht. Die jeweilige Versuchsdauer war fünf Tage. Die Versuchsindividuen waren drei erwachsene Menschen und ein Knabe. Es wurde nicht eine vorausbestimmte Nahrung gegeben, sondern nach gewohntem Appetite gegessen. Speisen und Getränke wurden der strengsten Controle unterzogen und ihre Zusammensetzung durch die Elementaranalyse bestimmt.

In nachfolgender Tabelle sind die Resultate der Untersuchungen in Bezug auf N-aufnahme und Ausscheidung zusammmengestellt.

Nummer des Versuches	Stickstoff				Differenz in Grammes	in Percent
	der Nahrung	des Urins	der Faeces	der Gesammt-Entleerung		
1	28·0	10·9	2·8	13·7	14·3	51·0
2	21·2	9·8	1·3	11·1	10·1	48·9
3	7·9	3·1	1·8	4·9	3·0	37·9
4	27·3	15·2	2·5	17·7	9·6	35·1
5	22·4	10·0	0·8	10·8	11·6	51·0

Barral führt diese Differenz als Perspirationsstickstoff an.

Dies waren die wichtigsten aus indirecten Untersuchungen gewonnenen Stützen, welche man früher für die Annahme hatte, daß ein Theil des umgesetzten Stickstoffes nicht nur durch Koth und Harn, sondern auch auf anderem Wege fortgehen könne. Voit nimmt von vorneherein an „es sei all diesen Untersuchungen nicht gelungen, den N der Nahrung in Harn und Koth aufzufinden“. Er will die Resultate dieser Untersuchungen nicht einfach verwerfen, sondern durch eine vollständige Kritik eine Erklärung für die Differenzen geben.

Die Gründe für das Deficit liegen nach ihm in der eingeschlagenen Methode. Man hat häufig die Zusammensetzung der Nahrung, vorzüglich ihren Stickstoffgehalt, nicht genau gekannt. Für die pflanzenfressenden Thiere sei es nicht leicht, wie vor Allem die sorg-

---

[1]) Annales de Chemie et de Phys. 3me Série T. 25.

samen Untersuchungen von Henneberg und Stohmann beweisen, die Stickstoffmenge des ungleichmäßigen Futters einer Probe zu entnehmen. Die gemischte und durch Kochkunst zubereitete Kost läßt die Elementarzusammensetzung nicht ermitteln, man muß ferner nur ganz einfache Stoffe genießen, „denn wer wäre im Stande von allen den Brühen, Kräutern, Würsten und anderen Zusätzen auch nur annähernd die Zusammensetzung zu eruiren". Bei den früher hieher gehörigen Beobachtungen, ist in dieser Hinsicht am meisten gefehlt worden „und es ist unstreitig ein Verdienst von Ranke, nach den von uns angegebenen Principien für den Menschen eine Lösung der Aufgabe versucht zu haben".

Dieses sind die Einwendungen die Voit gegen die in den früheren Bilanzen angesetzten Einnahmeposten macht. Eine nähere Prüfung dieser Versuche zeigt diese Einwendungen als völlig ungerechtfertigt.

Boussingault hat seine Fütterungen einmal mit Kartoffeln und Heu, das anderemal mit Kartoffeln und Hafer gemacht, während Henneberg und Stohmann ein sehr complicirtes Futtergemenge aus Klee, Haferstroh, Runkelrüben, Rapskuchen und Bohnenschrott verabreichten. Boussingault gibt ferner ausdrücklich an, daß das Heufutter am Beginne und am Ende der Fütterung analysirt wurde. Für jede der Bestimmungen wurden zwei Analysen gemacht.

Die von Barral benützte Nahrung ist wie natürlich im rohen Zustande analysirt worden, es bedarf dies keiner speciellen Angabe, aber als ein kleiner Beleg für die Sorgfalt dieser Analysen gilt die von Barral angeführte Notiz „daß beim Kochen zum Ersatze des Verdünstungswassers destillirtes Wasser angewendet wurde, um nicht der Nahrung Salz zuzuführen". Daß übrigens die Nahrung nicht viel complicirter war als in einzelnen Versuchen Ranke's beweist die Zusammenstellung der analysirten Nahrungsmittel.

Barral		Ranke	
Brod,	Bohnen,	Brod,	Eier,
Fleisch,	Milch,	Fleisch,	Schmalz.
Kartoffel,	Käse.		

Die weiteren Einwendungen Voit's gelten den Ausgabeposten. Der erste Einwand lautet, es sei für das Auffangen von Harn und Koth nicht gehörig gesorgt worden und dieser Vorwurf scheint

Boussingault zu gelten, da die Vorrichtungen von Henneberg und Stohmann und von Grouven als mustergiltig entgegengestellt werden.

Auch diese Einwendung ist vollkommen unbegründet. Boussingault gibt ausdrücklich an, daß der Stall, in welchem die Kuh war, so eingerichtet war, daß beim Sammeln der Excremente kein Verlust eintreten konnte. Beim Pferde wurde der Stall noch gewaschen, das Waschwasser verdampft und der Rückstand analysirt. Henneberg und Stohmann haben dasselbe Verfahren adoptirt, d. h. auch den Stall so eingerichtet, daß der Harn ordentlich ablaufen und gesammelt werden konnte, und nur Grouven hat bei seinen Versuchen den Harntrichter angewendet. In Bezug auf die Versuche bei der Taube hat auch Boussingault einen eigenen Käfig construirt, und er bemerkt ausdrücklich „elle a été mise dans une cage dont le fond recouvert par une plaque de verre laissant recueillir sans aucune perte les excrements“. Daß er auch der ungleichen Zusammensetzung der Excremente Rechnung trug, und ein möglichst gleichförmiges Gemenge zu erzielen suchte, sagt er in den Worten: „la matière sêche a été broyée, introduite dans un flacon et melangée intimement. C'est a cet état qu'elle a été analysée“. Voit suchte diese Mischung in anderer Weise zu erzielen, das Resultat war wohl in beiden Fällen dasselbe. Wer überhaupt die Arbeiten von Boussingault und Barral aufmerksam liest, wird keinen Augenblick daran zweifeln, daß diese eminenten Analytiker keine jener Cautelen außer Acht ließen, welche für den geübten und gewisenhaften Beobachter selbstverständlich sind, wenn er ehrliche Resultate erzielen will. Ohne daß sie in unnöthige Details eingehen, geben sie immer genau die Versuchsmethode an, und nach dieser Richtung kann man ihnen im besten Falle gleichkommen, sie aber gewiß nicht übertreffen.

Eine der Hauptschwierigkeiten macht es nach Voit, den auf eine bestimmte Zeit und auf eine bestimmte Nahrung treffenden Koth festzustellen. Von Bedeutung werde diese Schwierigkeit bei Wiederkäuern und Pferden, die das Futter lange im Darme behalten, und wenn man diesem Umstande nicht Rechnung trägt, tritt es mit Sicherheit ein, daß nicht aller Stickstoff des während der Versuchsreihe verzehrten Fressens nach dem Abschlusse der Reihe schon entleert ist, und umgekehrt wird Stickstoff, welcher der früheren Reihe angehört, in Rechnung gebracht.

Diese Einwürfe haben gewiß ihre große Bedeutung und verdienen bei allen Versuchen die größte Berücksichtigung. Die Fehler, welche entstehen durch die Unmöglichkeit, den Koth einer gewissen Zeit und Nahrung mit dem Abschlusse der Versuchsreihe ganz in Rechnung zu bringen, werden nie ganz zu eliminiren sein.

Auf die Versuchsresultate in den Untersuchungen Boussingault's haben diese Fehler gewiß nur einen verhältnißmäßig geringen Einfluß.

Die Kothausscheidung in den zwei Versuchsepochen betrug in den drei anfeinanderfolgenden Tagen:

beim Pferd		bei der Kuh	
10/11	14·13	19/20	26·25
11/12	14·82	20/21	28·95
12/13	13·80	21/22	30·60

Es war also eine ziemlich gleichmäßige Kothausscheidung. Die Kuh hatte einen Monat und das Pferd durch drei Monate vor der Untersuchung dieselben Nahrungsmengen erhalten wie während der Versuchszeit. Es ist also anzunehmen, daß auch in den früheren Tagen das gleiche durchschnittliche Kothquantum als Nahrungsresiduum zurückblieb. Würde also auch die Kothelimination eine sehr langsame sein und der während der Versuchszeit erhaltene Koth von der früheren Nahrung stammen, würde sie doch immerhin als das Kothquantum für das während der Versuchszeit gegebene Futter in Rechnung zu bringen sein, da diese Futtermengen qualitativ und quantitativ ganz gleich waren.

Die Hilfsmittel, die Henneberg und Stohmann angewendet haben, um die Fehler in Bezug auf die Kothausscheidung in Rechnung zu bringen, und die nach Voit, weil sie früher nicht beachtet wurden, theilweise das N-deficit erklären sollen, waren Correcturen. Nach Henneberg [1]) gibt die Kothcorrectur aus seiner dreitägigen Versuchszeit im Vergleiche zu der fünfzehntägigen Vorperiode ein Kothplus von fünf Pct. Wenn an den Resultaten von Boussingault's Versuchen diese Kothcorrectur angebracht wird, vermindert sich das Deficit, bei der Kuh auf 21 und beim Pferde auf 35 Pct.

„Häufig," so fährt Voit fort, „hat aber noch etwas anderes zur Annahme eines Deficits mitgewirkt, als die Fehler in der Methode,

[1]) Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer. I. Heft.

nämlich eine falsche Auslegung der Versuchsergebnisse". Man hat nämlich die Differenz zwischen Einnahme und Ausgabe als Deficit gedeutet, während man dieselbe als Fleischansatz anzunehmen hatte. Die Gegner dürften fragen, ob nicht gerade diese Voit'sche Deutung eine falsche sei. Sowohl in den Versuchen von Boussingault wie in jenen von Barral handelte es sich um Erhaltungsfutter. Boussingault bemerkt ausdrücklich, daß seine Thiere seit Monaten ein gleiches Körpergewicht behalten hatten. Der Stickstoffansatz ist also durchaus nicht nachweisbar. Wollte man für den Stickstoffansatz Fett- oder Wasserausgabe annehmen, käme man, zum mindesten beim Pferde, mit der begründeten Annahme, daß die Stickstoffdifferenz wie sie sich in den Versuchstagen herausstellte, schon durch Monate statt hatte, ungefähr zu einem solchen Thiermonstrum, wie es mein Versuchshund wäre, wenn die Stickstoffdifferenz als Fleischansatz berechnet würde.

Bei der Taube beträgt die Stickstoffdifferenz innerhalb zwölf Tagen 1·92 Grm. Dieses wäre als Fleichansatz berechnet circa 60 Grm. Die Taube, die aber kaum um zwei Grm. zugenommen hat, kann für diesen präsumptiven Fleischansatz kein Fett ausgegeben haben, da die ausgeathmete CO_2 nur dem in den Excrementen fehlenden C der Nahrung entspricht. Man müßte also annehmen, daß sie ungefähr $1/3$ Theil ihres Gewichtes als Wasser verloren hat, eine Annahme, die doch schon ins Reich der kühnen Hypothesen gehört.

Als Gegensatz und Widerlegung der in den Versuchen von Boussingault und Barral gewonnenen Resultate weist Voit auf die Untersuchungen von Henneberg und Stohmann, von Grouven und von Ranke hin und führt einige dieser Versuchsresultate an.

„Die mühevollen und exacten Versuche von W. Henneberg und F. Stohmann [1]) an Ochsen haben dargethan, daß man auch bei diesen Thieren im Beharrungszustande den Stickstoff des Futters vollständig oder nahezu vollständig in den Excrementen wieder finden kann. Sie schlossen daraus, daß innerhalb gewisser und enger Grenzen der Stickstoff des Futters keinen andern Ausgang hat als im Harn und Koth".

---

[1]) Henneberg und Stohmann, Beiträge zur Begründung einer nationellen Fütterung der Wiederkäuer 1. u. 2. Heft. Braunschweig 1860—1864.

Voit führt nun dafür Belege aus den Versuchsreihen von Henneberg und Stohmann an, bei welchen das Maximum der Differenz 7—8 Pct. beträgt. Leider hat Voit jene Versuchsreihen unberücksichtigt gelassen, welche in ihren Resultaten mit jenen von Boussingault ganz übereinstimmen und die zu dem oben angeführten Schlusse gar nicht berechtigen.

Henneberg und Stohmann haben an zwei Ochsen eine Reihe von Versuchen über Erhaltungsfutter von verschiedener Zusammensetzung angestellt. Sobald bei der jeweiligen Fütterung der Beharrungszustand eingetreten war, wurden die Einnahmen und Ausgaben durch die Analyse festgestellt. Die nachstehende Tabelle gibt die Ergebnisse der Untersuchung in Bezug auf die Stickstoff-Ab- und Zufuhr für 1000 Pfund Lebendgewicht.

Ochse Nr.	Versuchsmonat	Stickstoffgehalt des			Differenz zwischen Zu- und Abfuhr	
		Futters	Harns	Kothes	in Grammes	in Perct.
I.	Februar	0,306	0,158	0,144	— 0,004	— 1·3
II.		0,294	0,171	0,157	+ 0,034	+ 11·6
I.	März	0,139	0,049	0,077	— 0,013	— 9·3
II.		0,312	0,165	0,330	+ 0,018	+ 5·8
I.	Mai	0,146	0,051	0,059	— 0,036	— 24·7
II.		0,158	0,061	0,064	— 0.033	— 20·9
I.	Juli	0,146	0,060	0,074	— 0,012	— 8·2
II.		0,158	0,066	0,074	— 0,018	— 11·4

Noch weit höher stellen sich die Differenzen zwischen dem ins Blut übergegangenen N der Nahrung (Stickstoff des Futters Minus Stickstoff des Kothes) und dem durch Harn ausgeschiedenen N. Wenn wir z. B. die Maiversuche in dieser Weise berechnen, so finden wir

I. N-einnahme 0·087 N-ausfuhr im Harn 0·051 Differ. —0·036 = 41 Pct.
II. „ 0·094 „ „ „ 0·061 „ —0·033 = 35 Pct.

In diesen Versuchsreihen finden sich trotz des Beharrungszustandes des Thieres die verschiedensten Verhältnisse zwischen N-ein-

nahme- und Ausgabe und die Maiversuche geben Differenzen, die jene welche Boussingault bei seinen Versuchen gefunden noch übertreffen.

Im zweiten Hefte der Beiträge [1]) werden die Resultate von weiteren 30 Fütterungsversuchen mitgetheilt. Zur Ergänzung der von Voit mitgetheilten Versuche mit geringem Deficit, führe ich einige dieser Versuche an, bei welchen ein großes Stickstoffdeficit vorhanden war.

Nummer des Versuches	Stickstoff			Differenz zwischen N. der Nahrung und N. des Kothes und Harns	
	der Einnahme	des Harns	des Kothes	in Grammes	in Percent
1	0,26	0,08	0,09	— 0,09	51
2	0,30	0,08	0,11	— 0,11	42
16	0,30	0,07	0,18	— 0,05	41
19	0,68	0,23	0,25	— 0,20	46
20	0,70	0,29	0,22	— 0,19	39
21	0,58	0,18	0,23	— 0.17	48
27	0,73	0,29	0,25	— 0,19	46
29	0,85	0,41	0,25	— 0,19	37

Henneberg und Stohmann [2]) fragen wie das Deficit in den Versuchen mit Erhaltungsfutter und bei Beharrungszustand der Thiere zu deuten sei. Sollte die Stickstoffdifferenz als Fleischansatz zu berechnen sein? Der Einwand gegen die Zulässigkeit einer solchen Annahme aus dem Gleichbleiben des Lebendgewichtes des Thieres ließe sich dadurch beseitigen, daß man eine gleichzeitige Verminderung anderer Körperbestandtheile annehmen würde. Aber eigenthümlicher Weise findet sich gerade bei den stickstoffreichen Fütterungen das geringste Deficit, ja sogar ein Überschuß von Stickstoff in den Excrementen, während gerade bei den stickstoffarmen Futtermischungen sich das größte Deficit findet. Es müßte also gerade bei diesen eine Fleischproduction angenommen werden, die bei stickstoffreichem Futter nicht statt hätte.

Es bleibt also nur übrig in Übereinstimmung mit den Versuchsresultaten von Regnault und Reiset das Stickstoffdeficit als Stick-

---

[1]) A. a. O. 2. Heft. Tabelle S. 246—257.

[2]) A. a. O. 1. Heft. S. 104.

stoffausscheidung durch die Lungen zu berechnen. „Es findet also auf Kosten der Bestandtheile des Thierkörpers eine Ausscheidung von gasförmigem Stickstoff durch die Lungen statt und damit verliert der Stickstoffverlust als Anzeige einer Zunahme des Fleischgewichtes den größten Theil seiner Beweiskraft."

Allmälig bekehrten sich Henneberg und Stohmann zu Voits Annahme jede Differenz in der N-Ausscheidung als Fleischansatz zu berechnen, und im zweitens Hefte bewegen sie sich bereits ganz munter im Fahrwasser dieser Hypothese und adoptiren jede Consequenz derselben. Jedes Stickstoffdeficit wie z. B. jenes von Boussingault gefundene wird dadurch erklärt, daß „ein wirklicher Beharrungszustand der betreffenden Thiere keineswegs genügend constatirt war, also immer noch Fleisch angesetzt wurde".

Hat etwa das Gleichbleiben des Lebendgewichtes durch mehrere Monate nicht genügt, um den Beharrungszustand zu constatiren? Wie beantworten Henneberg und Stohmann die Einwendung, die sie sich selbst früher machten, daß, wenn in ihren Versuchen das Stickstoffdeficit als Fleischansatz angenommen würde, dieser Ansatz gerade bei stickstoffarmer Kost am größten wäre?

Die Frage wird nicht beantwortet, aber die Wandlung in Henneberg's und Stohmann's Ansichten hat das Resultat [1]) „daß sie damit ein wichtiges Princip gewonnen haben zur Beurtheilung der Fleischbildung im Thierkörper". (!)

Grouven [2]), der in einigen seiner Versuche ein annäherndes Gleichgewicht zwischen Stickstoffeinfuhr durch Nahrung und Ausfuhr durch die Excremente fand, und sich den Anschauungen von Bischoff und Voit anschließt, sagt„ er habe das nicht gethan, weil er sich von der Unmöglichkeit einer Stickgasperspiration so sehr überzeugt finde, wie diese Herren, sondern weil er auf dieser Seite stehen muß, um überhaupt Gleichungen über Stoffwechsel aufstellen und in diesem Gebiete schon jetzt für die landwirthschaftliche Thierfütterung etwas thun zu können". Nachdem er den Stand der Streitfrage über die Bedeutung des Stickstoffdeficits skizzirt und sie als eine der folgenschwersten Fragen der practischen Physiologie hingestellt, sagt er: „Alle unsere Berechnungen des Fleischumsatzes oder Ansatzes im

---

1) A. a. O. 2. Heft. S. 11.

2) Grouven Physiologisch-chemische Fütterungsversuche über den Nährwerth etc. Berlin 1864.

Körper werden unrichtig, wenn sich außer im Harn und Koth eine schwankende unbekannte Stickstoffmenge noch durch die Haut entfernte. Entweder muß dann die Stickgasmenge, wie sie unter normalen Verhältnissen ein Versuchsthier ausscheidet, überall genau bestimmt werden, oder wir müssen darauf verzichten, die Gesetze des Fleischumsatzes zu erfahren und den Schleier zu heben, welcher bis heute dem menschlichen Geiste die Gesetze der thierischen Ernährung verdeckt. Eine fatale Alternative!" So schließt Grouven seine Betrachtung, die besser als ganze Bücher es thun und besser als alle gewundenen Beweisführungen es vermögen, erklärt, wie so die Voit-Bischoff'sche Hypothese überall da Eingang gefunden, wo man die Forschungen der Wissenschaft möglichst rasch praktisch verwerthen will.

Die Franzosen, die sich mit Ernährungsphysiologie im Interesse der Thierzüchtung beschäftigen, sind in diesem Punkte viel nüchterner. Wir haben schon die Versuche Boussingault's besprochen. In neuerer Zeit hat Reiset [1]) Versuche an Hammeln gemacht in Bezug auf die Verwerthung der stickstoffhaltigen Nahrung für den Fleischansatz.

Die Versuche wurden an zwei Hammeln angestellt und umfassen einen Zeitraum von 168 Tagen. Innerhalb dieser Zeit war

die Stickstoff-Aufnahme	3836 Grm.
„ „ -Ausgabe	763·1
Differenz —	3072·9

Die Thiere sind um 19 Kilo innerhalb der Versuchszeit schwerer geworden.

Um nun eine Einsicht in die Ernährungsresultate zu erlangen, hatte Reiset vor dem Beginne des Versuches zwei Hammel, die den Versuchsthieren möglichst gleich waren geschlachtet und das Gewicht von Fleisch, Fett und Wolle bestimmt. Man konnte die so gefundenen Ziffern annähernd auf die Versuchsthiere übertragen. Diese wurden am Schlusse des Versuches gleichfalls geschlachtet und nun ihre Fleisch-, Fett- und Wollmenge genau bestimmt, und da fand sich, daß eine Vermehrung der Albuminate stattgefunden hatte, die einer Stickstoffmenge von 942·55 Grm. entspricht. Von den als Differenz sich ergebenden 3072·9 N waren also 942·55 im Körper angesetzt

[1]) Comptes rendus 1863.

und 2130 Grm. durch die Perspiration verloren gegangen. Hätte Reiset die ganze Differenz als Fleischansatz berechnet, hätte er wohl ein Thier errechnet, welches dem der Wirklichkeit sehr wenig ähnlich gewesen wäre.

Sowie die Versuche von Henneberg und Stohmann und von Grouven als Widerlegung der Versuchsresultate von Boussingault angeführt werden, so soll nach Voit durch Ranke's Versuche an Menschen der Irrthum jener von Barral gewonnenen Untersuchungsresultate dargethan werden, „die bis jetzt von den Physiologen als Paradigma angesehen werden“.

Ranke [1]) hat an sich selbst vier Versuchsreihen mit gemischter Nahrung angestellt. Nachfolgend sind die aus Ranke's Tabellen gewonnenen Daten übersichtlich zusammengestellt.

Nummer des Versuches	Dauer in Tagen	Körpergewichtsveränderung	Stickstoff der		Differenz	
			Nahrung	Ausscheidung	in Grammes	in Percent
I	7	— 970	136·92	153·40	+ 16·48	11
II	11	— 5060	224·87	246·99	+ 22·12	9·8
4	6	— 800	91·32	96·18	+ 6·86	7·3

Die zweite Versuchsreihe umfaßt nur 3 Tage und mußte wegen fieberhafter Erkrankung unterbrochen werden, ich habe sie darum unberücksichtigt gelassen.

Diese Versuchsresultate werden als Beweise angeführt, daß aller Stickstoff der Nahrung in den 24stündigen Excrementen sich findet, daß also kein N durch Perspiration weggegangen sein kann. Das auffallende Plus der N-ausscheidung wird weiter nicht sehr berücksichtigt. Voit bemerkt hierüber nur so beiläufig, „es werde vielleicht später möglich den Grund für dies in den meisten Fällen im Harn und Koth des Menschen gefundene Plus von Stickstoff zu entdecken“. Ist nicht die Lösung für dieses anscheinende Plus eine sehr einfache, wenn man die Gewichtsverluste innerhalb der Versuchsperiode berücksichtigt. Wenn man diese auch nur theilweise auf Körperfleisch bezieht, dann entfällt sogleich das auffallende Plus und es tritt dafür ein Deficit ein, welches je nach der Quantität des umgesetzten Körperfleisches sogar ein bedeutendes sein kann.

[1]) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin. 1862.

Es heißt doch Götzendienst mit einer Theorie treiben, wenn man ihr zu Liebe einmal einen Beharrungszustand da nicht gelten läßt, wo nach Monate lang dauernder gleicher Nahrung das Körpergewicht gleich geblieben ist, und ein anderes Mal diesen Beharrungszustand eingetreten wähnt, wenn durch mehrere Tage gleiche Nahrung genommen wurde, trotzdem das Körpergewicht von Tag zu Tag die auffallendsten Veränderungen zeigt, nur weil man in jenem Falle eine Stickstoffdifferenz nicht als Deficit gelten lassen will, und weil man in diesem Falle ein solches Deficit nicht entstehen lassen will.

Allerdings wurde in der vierten Versuchsreihe ein Controlversuch im Respirationsapparate gemacht und nur so viel C in Form von CO_2 gefunden, als dem C der Nahrung entspricht, aber selbst abgesehen davon, daß ein Versuchstag doch kaum beweisend ist, wäre es doch denkbar, daß eine Spaltung des Fleisches stattgefunden hatte, bei welcher der C als Fett zurückgeblieben wäre.

Ranke hat noch überdies drei eintägige Versuche mit reichlicher Fleischfütterung gemacht und stets ein großes N-Deficit gefunden. Die Ergebnisse dieser drei Versuche waren:

I.	Stickstoff-Einnahme	62·29	
	Ausgabe	44·19	
	Differenz —	18·10	= 29 Pct.
II.	Stickstoff der Nahrung	66·3	
	der Ausscheidung	43·9	
	Differenz —	22·4	= 33 Pct.
III.	Stickstoff-Einnahme	43·55	
	Ausgabe	37·91	
	Differenz —	5·64	= 13 Pct.

In allen drei Versuchsreihen war überdies eine Körpergewichtsabnahme von 146, 1179 und 1088 Grm. Diese Versuche werden von Voit unerwähnt gelassen.

Im Jahre 1866 hat Cand. Med. Gaehtgens [1]) unter Bidder und Schmidt eine interessante 40tägige Untersuchungsreihe über den Stoffwechsel eines Diabetikers verglichen mit dem eines Gesunden angestellt. Das uns zunächst angehende Resultat der Untersuchung war folgendes:

[1]) Gaehtgens: Über den Stoffwechsel eines Diabetikers etc. (Dissertation) Dorpat 1866.

Der Gesunde hat an N eingenommen	1206 Grm.
Durch Harn und Koth ausgeschieden	937
Differenz —	269 = 22 Pct.

Die Nahrung war eine vorwaltende Fleischnahrung, die Gewichtszunahme innerhalb der Versuchszeit beträgt 813 Grm. Gaethgens berechnet nach Voits Vorschrift diese Differenz als Fleischansatz und für das im Gewichte nicht erscheinende Fleisch wurden natürlich andere Körperbestandtheile ausgegeben. Die Unwahrscheinlichkeit einer solchen Metamorphose springt in diesem Falle recht in die Augen. Die Differenz von 269 Grm. als Fleischansatz berechnet, gibt 7910 Grm. Fleisch. Da die Zunahme nur 813 Grm. beträgt, hätten circa 7000 Grm. in Fett oder Wasser abgegeben werden müssen. Eine Wasserabgabe vom Körper ist doch nicht wahrscheinlich bei einem Menschen, der (um unter gleichen Bedingungen mit dem Diabetiker zu leben) mehr Flüssigkeiten einnimmt als bei normaler Ernährung. Ebenso wenig dürfte ein 23jähriger junger Mann, der 54 K. schwer ist und selbst von sich aussagt, „daß sein panniculus adiposus schwach sei", innerhalb 40 Tagen 14 Pfund Fett verausgabt haben. Statt das Ergebniß in das Procrustesbett der Theorie zu zwängen, wollen wir uns an die Thatsache halten, die mit jenen von Barral und Ranke übereinstimmend ein beträchtliches Deficit zwischen Einnahme und sensibler Ausgabe beim Menschen constatirt.

Als die wichtigste Stütze für das von ihm formulirte Gesetz hat Voit in seiner Abhandlung [1]) aus allen seinen Schriften, wie als Ergebnisse neuer, früher nicht veröffentlichten Untersuchungen, 32 Versuchsreihen zusammengestellt, bei welchen der Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth zu finden war. — Ich möchte mir nur in Bezug auf diese Beobachtungen zwei Bemerkungen erlauben:

1. Sind bei manchen Versuchsreihen, bei welchen in den ersten Versuchstagen die Stickstoffausscheidung durch den Harn eine geringere war als die Stickstoffeinnahme, diese Versuchstage in der Bilanz gar nicht berücksichtigt, und es ist nicht blos der erste Tag der Reihe als noch unter dem Einflusse der früheren Ernährung stehend weggelassen worden, sondern 2—3—5 Tage sind oft in die Bilanz nicht einbezogen. Wie natürlich wird dadurch die erzielte Bilanz eine ganz andere, als wenn die Einnahms- und Ausgabsposten

[1]) A. a. O. 1. Hft. S. 25. ff.

der ganzen Reihe verglichen werden. Unter 42 Reihen ist dieser Vorgang 14mal adoptirt. Ich will von jenen, wo die Differenz 1—2 Tage ausmacht, absehen und nur beispielsweise anführen, daß bei Versuch Nr. 7 von der 9tägigen Ernährungsreihe nur die letzten 6 Tage in Rechnung gebracht werden, in Versuch Nr. 8 von 16 Tagen 12, in Versuch Nr. 10 von 20 Tagen 14, in Versuch Nr. 11 von 27 Tagen 13, in Nr. 19 von 3 Versuchstagen 1 und in Nr. 20 wird von einer 2tägigen Reihe nur einer in der Bilanz berücksichtigt.

Um den dadurch erzielten Unterschied in der Bilanz zu beweisen, hebe ich ein Beispiel heraus. Nr. 10 bei gemischter Nahrung. Es wurde nach einer zehntägigen Fütterung mit 1800 Grm. Fleisch durch sieben Tage 1800 Grm. Fleisch und 250 Grm. Fett gegeben. Von dieser siebentägigen Reihe wurden die beiden letzten in Rechnung gebracht, in folgender Weise:

Einnahme im Fleisch . .	122·4
Ausgabe im Harn . . .	120·2
„ „ Koth . . .	1·4
Differenz . .	— 0·8 = 0·6 Pct.

Würde dagegen die Bilanz der gesammten Ernährungsperiode von sieben Tagen gezogen, so ergäben sich folgende Ziffern:

Einnahme	428·4
Ausgabe im Harn . . .	394·4
„ „ Koth . . .	1·4
Differenz . .	— 32·6 = 7·6 Pct.

ein kleines Plus von Koth würde dieses Deficit nur wenig ändern.

Eine zweite Bemerkung ist die, daß manche der Untersuchungsreihen sehr kurz sind und darum nicht maßgebend sein können. Es finden sich nämlich neben langen Versuchsreihen von 58—49—23—20 Tagen auch sieben Versuche von drei Tagen, einige von vier, von fünf und sechs Tagen und sogar drei von einem Tage. Ich habe mein Bedenken gegen kurze Reihen schon früher ausgesprochen [1]), ich äußerte, „der thierische Organismus arbeitet nicht so regelmäßig, daß in gleichen Zeitabschnitten ein gleicher Umsatz stattfindet etc.“ Voit [2]) erklärt nun zwar diese Ansicht „für vollkommen unrichtig“ und führt aus seinen „neueren Versuchen“ Reihen auf, bei welchen unter gleichen Ernährungsverhältnissen nur

---

[1]) A. a. O. — [2]) A. a. O. 2. Hft.

sehr geringe Schwankungen in der Ausscheidung vorkommen. Er fordert sogar, daß jeder in Zukunft seine Geschicklichkeit zu solchen Arbeiten documentire „durch das Auffinden des Stickstoffes in Harn und Koth und durch Regelmäßigkeit der Harnstoffausscheidung". Aber wenn Voit nach diesem Grundsatze alle hieher gehörigen Arbeiten beurtheilt, so wird er sie zum großen Theile verwerfen müssen und dieser Ostracismus träfe nicht blos fremde Forscher und darunter solche, die auch Voit in Stoffwechselarbeiten für maßgebend hält, wie Bischoff, Bidder und Schmidt, er müßte diesen Ostracismus gegen viele seiner Arbeiten selbst anwenden. Ich hebe nur einige Versuche aus Voit's früheren Arbeiten heraus, die diese Schwankungen bei gleicher Nahrungszufuhr illustriren.

In Versuch I über Kaffeewirkungen [1]) schwankt die Harnstoffausscheidung zwischen 55 und 90 Grm.

In Versuch II finden sich Harnstoffausscheidungen von 92 und 61 und in zwei aufeinander folgenden Tagen finden wir die Harnstoffausscheidung 104 und 42 Grm.

In Versuch III schwankt die Harnstoffausscheidung ununterbrochen zwischen 66 und 87 Grm.

In den im ersten Hefte seiner Abhandlung mitgetheilten Versuchen finden sich S. 33 Schwankungen in der Harnstoffausscheidung zwischen 145 und 163, zwischen 146 und 166 Grm. und diese Beispiele ließen sich bei einiger Mühe aus Voit's Schriften in großer Zahl anführen.

Doch ich will von allen dem Zwecke dieser Arbeit ferne stehenden Einwendungen ganz absehen und alle von Voit mitgetheilten Versuchsreihen für vollberechtigt gelten lassen. Was beweisen dieselben? Daß in allen diesen Versuchen eine dem Stickstoffgehalt der Nahrung entsprechende Stickstoffmenge in den sensiblen Excretionen zum Vorschein kam. Ich will selbst annehmen, daß in diesen Versuchen kein weiterer Stickstoff vom Körper abgegeben wurde, wiewohl man für Beurtheilung dieses Verhältnisses keinen Anhalt hat, da bei den meisten Versuchen die Angaben über das Verhältniß des Körpergewichtes fehlen, und obwohl selbst beim Gleichbleiben des Körpergewichtes noch immer die Annahme einer Abgabe von N

[1]) Voit: Untersuchungen über den Einfluß des Kochsalzes, des Kaffees etc. München 1860. S. 110 ff.

denkbar wäre durch Spaltung von stickstoffhältiger Substanz in elementaren N und in einen dem Gewichtsverluste entsprechenden Ansatz von Fett und Wasser; aber ich nehme an, das Körpergewicht sei gleich geblieben, der ausgegebene N sei jener der Nahrung und es habe kein Umsatz vor Körpersubstanz stattgefunden. Aber was beweist dies für alle jene Versuchsreihen, in welchen eine Differenz zwischen Stickstoffzufuhr und Stickstoffausscheidung statt hat? Um die Bedeutung dieser Differenz handelt es sich. Ist diese Differenz im Körper zur Bildung von Gewebselementen zurückgeblieben, oder ist sie in ihrer Gänze oder zum Theile als eine Ausgabe zu betrachten, die auf einem andern Wege als durch Harn und Koth erfolgte. Voit hat diese Frage dahin entschieden, daß jedes Stickstoffminus als Ansatz zu deuten sei. Für ihn repräsentiren alle jene Versuche, bei welchen Einnahme und Ausfuhr durch Harn und Koth sich decken, den Beharrungszustand des Thieres, und daraus wurde das Gesetz deducirt, daß, wenn der Organismus mit dem Stickstoffe der Nahrung sich im Gleichgewichte befindet, sich aller Stickstoff der Nahrung im Harn und Koth finden müsse, wo immer sich eine Differenz findet, dann beweist dies, daß jener Gleichgewichtszustand nicht vorhanden ist, und daß Ansatz oder Umsatz der stickstoffhaltigen Körpersubstanz stattgefunden hat.

Für ein Gesetz von solcher Tragweite, bedarf es aber vollgewichtiger unantastbarer Beweise. Selbst wenn Voit die Zahl jener Untersuchungsreihen, in welchen Einnahme und Ausfuhr sich deckten, verzehnfacht hätte, würden sie nicht genügen, um über die Differenz wo sie sich findet, maßgebend zu entscheiden.

Damit dieses möglich würde, hätte Voit in einigen Fällen, wo eine Differenz, also z. B. ein Minus von Stickstoff sich findet, nachweisen müssen, daß dasselbe im Körper zurückgeblieben ist, oder zum mindesten zeigen müssen, daß dieser Stickstoff nicht durch Perspiration den Körper verlassen hat. Diese Wege mögen große Schwierigkeiten bieten, vielleicht mit den heutigen Mitteln der Wissenschaft nicht zu erzielen sein, dann muß man es auch vorläufig noch aufgeben, ein so wichtiges Ernährungsgesetz zu statuiren. Die französischen Forscher haben die beiden angedeuteten Wege eingeschlagen um über die Umsetzung des eingeführten Stickstoffes ins Klare zu kommen, und sie gelangten auch zu Resultaten, die der von Voit als Gesetz formulirten Ansicht geradezu entgegengesetzt sind.

Ich theilte bereits früher die Untersuchungen von Reiset mit, die an Hammeln angestellt waren. Um über die durch die Ernährung im Körper hervorgebrachten Veränderungen Aufschluß zu erlangen, sucht er sich mindestens annähernd über den Thierbestand vor und nach der Ernährung Aufschluß zu schaffen, und wie ganz verschieden von den theoretischen Anschauungen Voit's war in Wirklichkeit der Stoffumsatz des Thieres gewesen!

Die wichtigsten directen Untersuchungen über den Stickstoffgehalt der Respirationsluft sind die berühmten Versuche von Regnault und Reiset. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen galten immer als Beweis, daß eine Stickstoffausfuhr durch Haut und Lungen statt haben könne und man glaubte sich dadurch berechtigt, ein Deficit zwischen Stickstoff der Nahrung und jenem der Excremente als Ausfuhr von elementarem Stickstoff anzusehen.

Voit hält diesen Schluß auf Grundlage der durch Reiset und Regnault gewonnenen Resultate für unberechtigt, „denn Regnault und Reiset haben in keinem einzigen Falle eine beträchtliche Änderung des Stickstoffes gefunden, es ist weiter zu bemerken, daß sie bald eine Abnahme bald eine Zunahme des Stickstoffes eintreten sahen, also durchaus nichts Gesetzmäßiges sich herausstellte, und endlich, daß sie selbst nicht ein Wort darüber äußerten, wodurch eine Alteration im Stickstoffgehalt bedingt sein könnte.“ Voit findet sogar, daß man die Zahlen von Regnault und Reiset, die man als Beweis für eine Exhalation ansieht, eher zur Widerlegung einer solchen Exhalation hätte benützen können, nur die vorgefaßte Meinung hat aus den Regnault- und Reiset'schen Zahlen falsche Schlüsse gezogen und „es ist gewiß, die Angaben von Regnault und Reiset wären ganz anders aufgefaßt worden, wenn das bei Fütterungsversuchen erhaltene Deficit nicht zu erklären gewesen wäre.“

Also die geringe Menge Stickstoff, welche Regnault und Reiset gefunden, gestattet die Annahme nicht, daß Lunge und Haut eine wesentliche Abzugsquelle des Stickstoffes seien, diese geringe Menge würde im Gegentheil als Beweis dienen, daß die bei den Fütterungsversuchen gefundene oft bedeutende Stickstoffdifferenz nicht auf diesem Wege den Körper verlassen haben könne.

Diese Einwendung ist nicht gerechtfertigt, es ist im Gegentheile ziffermäßig erwiesen, daß selbst sehr bedeutende Stickstoffdeficits, wenn sie als Perspirationsproducte berechnet werden, noch unter

der von Regnault und Reiset gefundenen Durchschnittsziffer der Stickstoffexhalation stehen.

Regnault und Reiset [1]) haben ungefähr hundert Versuche an Thieren aller Classen mit Ausnahme an Fischen und Menschen angestellt. Reiset [2]) hat später diese Versuche dadurch vervollständigt, daß er sie an größeren Thieren, als: Kälber, Schafe, Schweine u. s. w. anstellte. Wir stellen als uns zunächst interessirend die wichtigsten Resultate die bei den Versuchen an Hunden gefunden wurden hier tabellarisch zusammen.

Versuchs-Nummer	Ausgeathmeter Stickstoff	Verbrauchter Sauerstoff	Erzeugte Kohlensäure	Auf 1 Grm. verbrauchten O, entbundener N	O-verbrauch per Stunde auf 1 Kg. Thier
27	0·182	182·288	185·961	0·0010	1·164
28	0·624	182·381	188·050	0·0034	1·286
29	1·016	146·479	150·406	0·0069	1·095
30	0·530	170·520	173·472	0·0031	1·016
31	1·536	87·839	86·378	0·0174	1·393
32	0·948	69·168	70·648	0·0137	1·106
33	0·672	87·568	89·316	0·0077	1·481
34	0·076	115·656	119 661	0·0007	1·224
35	0·059	156·330	196·270	0·0004	1·384
36	0·688	85·686	111·081	0·0080	1·100
37	—0·689	114·517	114·073	—0·0006	1·902
38	0·000	82·960	78·960	0·0000	1·138

Als Mittel aus diesen zwölf Versuchen ergibt sich das Verhältniß zwischen Sauerstoffaufnahme und Stickstoffausscheidung = 1 : 0·0056. Die Thiere haben im Mittel (nach Columne 6) auf 1 Klgr. per Stunde 1·2 Grm. Sauerstoff verbraucht, in 24 Stunden = 28·8 Grm. O. Nach dem Verhältniß von 1 : 0·0056 hat 1 Klgr. Thier in 24 Stunden 0·16128 N. exhalirt. Unsere Versuchshunde von durchschnittlich 26 Klgr. hätten im Mittel in 24 Stunden 4·19 Grm. Stickstoff ausgeschieden.

Diese Stickstoffausscheidung kann auf Grundlage derselben Verhältnißzahlen in einzelnen Fällen bedeutend größer sein. Nehmen wir z. B. Versuch Nr. 31 heraus, der ausgeathmete Stickstoff in 10 Stunden 15 Minuten betrug 1·536 Grm., das Körpergewicht des Thieres war 6256 Grm., in 24 Stunden hätte dieses Thier ausgeschie-

[1]) Regnault und Reiset, Chemische Untersuchungen über die Respiration der Thiere. Ann. d. Chem. und Pharm. Bd. 73.

[2]) Comptes rendus Bd. 73.

den 3·6 Grm. Stickstoff und bei einem Körpergewicht von 26 Kilogr. hätte die 24stündige Stickstoffausscheidung 14·9 Grm. betragen.

Im Versuche 32 betrug die Stickstoffausscheidung 0·948 = 0·0137 Gewichtstheil des verbrauchten Oxygens. Das Kilo Thier verbrauchte in einer Stunde 1·106 O, in 24 Stunden 26·544 Grm. O. Daraus berechnet sich 1 : 0·0137 = 26·544 : x die Stickstoffausscheidung von 1 Kilogr. Thier in 24 Stunden auf 0·3636 Grm. und auf 26 Kilogr. Thier 9·45 Grm.

Aber da das Thier nicht seiner Gewichtszunahme entsprechend Sauerstoff aufnimmt, sondern dieser im umgekehrten Verhältnisse zur Größe steht, habe ich in einer weiteren Berechnung jene Sauerstoffaufnahme zu Grunde gelegt, welche sich in den Respirationsversuchen von Voit und Pettenkofer [1]) aus den sechs Versuchstagen mit 1500 Grm. Fleisch als Mittel ergeben hat. Das Versuchsthier war im Mittel 30 Kilogr. schwer und die durchschnittliche Sauerstoffeinnahme betrug per Kilogr. Thier für 24 Stunden 16·3 Grm. Nach dem früher mitgetheilten Verhältniß zwischen Sauerstoffeinnahme und Stickstoffexhalation von 1 : 0·0056 wäre die Stickstoffausscheidung per Kilogr. Thier = 0·09 und auf 30 Killogr. Thier = 2·73 Grm. Diese Ziffer wäre natürlich eine viel bedeutendere, wenn man nicht das Durchschnittsverhältniß zwischen N-ausscheidung und O-aufnahme zu Grunde legt, sondern wenn man das Verhältniß wie es sich aus einzelnen Versuchen ergibt, als Ausgangspunkt der Berechnung nimmt, es könnte dann in einzelnen Fällen die N-ausscheidung um das 2—4fache die gefundene Durchschnittsziffer übersteigen.

Prüft man aus der vorstehenden Tabelle die Beziehung zwischen CO_2-exspiration und N-exhalation, so ergibt sich als Verhältnißzahl 100 : 0·29.

Henneberg und Stohmann [2]) haben bevor sie sich zu Voit's Ansichten bekannten, und als sie noch das Deficit zwischen Stickstoffeinfuhr- und Ausfuhr durch Harn als Ausgabe durch die Perspiration ansahen, das Verhältniß, welches Regnault und Reiset (aus vier Kaninchenversuchen) zwischen Kohlensäure- und Stickstoffausscheidung gefunden, mit jenem verglichen, welches zwischen der Kohlensäureausscheidung und dem Stickstoffverluste in ihren Mai- und Juliversuchen besteht.

---

[1]) Annalen d. Chem. u. Pharm. I. Supplementband.

[2]) A. a. O. I. Heft. S. 105. Anmerkung.

Das Verhältniß zwischen CO_2 und N-exhalation nach Regnault und Reiset als Mittel aus vier Versuchen ist = 1000 : 3·5. Das Verhältniß zwischen CO_2-ausscheidung und Stickstoffverlust in Henneberg und Stohmann's Versuchen ist folgendes:

In den Maiversuchen Ochse Nr. I. . . .	12·4 : 0·036	= 1000 : 2·9
„ „ „ „ „ „ II. . . .	12·5 : 0·033	= 1000 : 2·6
„ „ Juli „ „ „ I. . . .	13·5 : 0·012	= 1000 : 0·9
„ „ „ „ „ „ II. . . .	13·7 : 0·018	= 1000 : 1·3
	25·1 : 0·099	= 1000 : 1·9

Die von Regnault und Reiset ermittelte Ziffer der Stickstoff-exhalation ist also fast zweimal so groß, als das bedeutende Stickstoffdeficit, welches Henneberg und Stohmann in ihren Mai- und Juliversuchen gefunden haben.

Reiset [1]) hat die Ergebnisse seiner Ernährungsversuche mit den Resultaten der von ihm im Vereine mit Regnault und später von ihm allein gemachten Respirationsversuche direct verglichen. Wie bereits früher mitgetheilt, hat er in seinen Ernährungsversuchen ein bedeutendes Stickstoffdeficit gefunden, es beträgt für einen Hammel im Durchschnitte 6 Grm. per Tag auf circa 11·4 Grm. Stickstoffeinnahme. „Nous avons demontré Mr. Regnault et moi,“ so spricht Reiset in seinem Mémoire an die Akademie“ que les animaux des diverses classes dégagent constamment de l'azote, quand ils sont à l'état d'entretien: la proportion de ce gaz exhalé est aussi considérable, que celle qui vient d'être déduite par la méthode indirecte. D'ailleurs, pour ne laisser aucun doute sur ce fait, j'ai entrepris une série d'expériences dans le but d'étudier directement la réspiration des grands animaux de la ferme . . . Je me bornerai à dire que j'ai trouvé 5·4 Grm. d'azote exhalé en 24 heures pour un brébis à l'état d'entretien et 4·3 Grm. pour un mouton dans les mêmes conditions. Je tenais à signaler dès à prèsent la concordance rémarquable des résultats obtenus par deux méthodes d'observation tout à fait differentes“. Der Schlußsatz dieses Citats widerlegt am besten den Einwurf Voits, daß die minimalen N-mengen, welche Regnault und Reiset gefunden haben, nicht zur Deckung des in den Ernährungsversuchen gefundenen Stickstoffdeficits hingereicht haben würden. Gleichzeitig enthält dieses Citat auch den authenti-

[1]) Comptes rendus. T. 63, pag. 575.

schen Commentar darüber, wodurch Regnault und Reiset „die Alteration im Stickstoffgehalt des Respirationsraumes bedingt ansahen“. Die dritte Bemerkung, welche Voit über die Resultate der Regnault-Reiset'schen Respirationsversuche macht, „daß sie bald eine Abnahme bald eine Zunahme des Stickstoffes eintreten sahen, daß also durchaus nichts Gesetzmäßiges sich herausstellte“, ist, was das Thatsächliche betrifft, mit einer wesentlichen Beschränkung wahr. Regnault und Reiset fanden in der sehr großen Mehrzahl von Fällen eine Zunahme des N im Athemapparate. Auf die angeführten zwölf Untersuchungen kommt zehnmal eine Stickstoffexhalation, einmal ein Gleichbleiben des N, und nur einmal eine Absorption. Aber trotz der vorwaltenden Exhalation glaubten Regnault und Reiset sich nicht berechtigt, es als Gesetz zu statuiren, daß N ausgehaucht werde, sie registrirten die Thatsachen und aus diesen ergibt sich vorläufig, daß in Bezug auf N-ausscheidung durch die Lungen und Haut, daß also in Bezug auf diesen einen wichtigen Factor des Stoffumsatzes ein Gesetz sich noch nicht erkennen läßt, daß diese Exhalation in den meisten Fällen stattfindet, daß sie aber in großen Grenzen schwankt, daß in einzelnen Fällen keine Ausscheidung stattfindet und daß selbst eine Absorption möglich ist.

Gerade dieses „nicht Gesetzmäßige“ in den Untersuchungsresultaten von Regnault und Reiset stimmt in wunderbarer Weise mit den „nicht gesetzmäßigen“ Verhältnissen, welche die Ernährungsversuche auf indirectem Wege über N-exhalation ergeben haben. In manchen Fällen, bei manchen Thier-Individualitäten und unter manchen Verhältnissen wird wahrscheinlich aller umgesetzte Stickstoff durch Harn und Koth ausgeschieden, in vielen und wohl in den meisten Fällen wird nur ein Theil des eingenommenen N durch Harn und Koth ausgeschieden, ein anderer Theil wird zur Gewebsbildung verwendet und noch ein anderer Theil verläßt den Körper durch Lunge und Haut. Unzweifelhaft liegen diesen diversen Vorgängen des Stoffumsatzes bestimmte Gesetze zu Grunde, denn in der Natur ist nichts Zufall, aber uns sind diese Gesetze noch verborgen, ihre Enthüllung ist Aufgabe der Ernährungsphysiologie und jeder Schritt, den wir auf diesem Wege thun, führt uns zwar langsam aber sicher zur wirklichen Erkenntniß des Stoffwechsels im thierischen Organismus.

Ich will zum Schlusse noch die Gegenversuche, welche Voit über die Wirkung des Glaubersalzes [1]) angestellt hat, und seine Kritik meiner Versuche in Kürze besprechen.

Ich habe es bis jetzt zu thun unterlassen, weil die Schlüsse, die ich an die damals gewonnenen Ergebnisse knüpfte, auf der Voit-Bischoff'schen Anschauung fußten, daß aller Stickstoff der Umsetzungsproducte in Harn und Koth erscheine. Diese Schlussfolgerungen waren unberechtigt, wenn es sich herausstellte, daß der Stickstoff der Umsetzung auch auf anderen Abzugswegen den Körper verlassen könne. Ich wollte daher vor Allem den Abschluß meiner Untersuchungen über die Stickstoffausscheidung abwarten. Wenn ich nun für meine Arbeit über die Wirkung des Glaubersalzes eintrete, habe ich dabei nur die beobachtete Methode und die gewonnenen positiven, ziffermäßig constatirten Daten im Auge, und für diese muß ich um so mehr einstehen, da die bei jenen Untersuchungen beobachtete Methode auch die Basis meiner jetzigen Versuche bildete.

Das wichtigste von jeder Deutung entkleidete Ergebniß meiner Versuche über den Einfluß des Glaubersalzes war folgendes: Die Einfuhr von Glaubersalz verminderte die Ausscheidung der stickstoffhältigen Umsatzproducte durch den Harn. Meine Untersuchungen waren an drei Hunden ausgeführt; die Verminderung der Stickstoffausscheidung durch das Glaubersalz war, wie aus den Tabellen ersichtlich, nicht stets dieselbe, sie variirte wesentlich in Bezug auf die Quantität und zwar von 6—25 Pct., sie trat unter gewissen Bedingungen gar nicht ein. Ich bemühte mich die Bedingungen, an welche die Wirkung geknüpft ist, kennen zu lernen, und glaube auf Grundlage ausgedehnter Versuche, die im Detail mitgetheilt sind, eine der Hauptbedingungen für die erfolgreiche Glaubersalzwirkung darin zu finden, daß das Thier fettreich sein müsse.

Vielleicht hängt die ungleiche Wirkung, welche das Glaubersalz bei meinen Versuchsthieren übte, noch mit anderen Verhältnissen des Thierleibes zusammen, dieselben müßten Gegenstand weiterer Untersuchungen sein, und ich habe zum Schlusse meiner Arbeit angedeutet, daß es weiterer, zahlreicher, unter den verschiedensten

---

[1]) Voit: „Über den Einfluß des Glaubersalzes auf den Eiweisumsatz im Thierkörper." Zeitschrift für Biologie. I. Bd., 2. Heft.

Bedingungen ausgeführter Versuche bedarf, um die Allgemeingiltigkeit der gewonnenen Thatsachen zu bestätigen.

Voit hat in seinem Laboratorium durch zwei Studirende zwei „Nach-Untersuchungen" über die Wirkungen des Glaubersalzes machen lassen. Die Versuche wurden an einem Hunde in zwei Versuchsreihen ausgeführt. In der einen Reihe erhielt das Thier durch acht Tage 1500 Grm. Fleisch und darauf durch acht Tage zur selben Nahrung 3 Grm. Glaubersalz, dann wieder durch fünf Tage kein Salz und durch sechs Tage 3—6 Grm. Glaubersalz. In der zweiten Versuchsreihe wurden durch acht Tage 5 Grm. Fleisch und 100 Grm. Fett als tägliche Nahrung gegeben, und dann dieser Nahrung durch acht Tage 3 Grm. Glaubersalz hinzugefügt. In beiden Versuchsreihen zeigte das Glaubersalz keinen Einfluß auf die Stickstoffausscheidung.

Voit wäre nun zu dem Schlusse berechtigt gewesen, daß das Glaubersalz nicht unter allen Bedingungen die Stickstoffausfuhr durch den Harn vermindere. Er hätte zunächst untersuchen sollen, in wie ferne die Bedingungen, unter welchen er das Glaubersalz einführte, von jenen abweichen, unter welchen ich bei meinen Versuchshunden es gethan, und es hätte sich herausgestellt, daß sein Versuchsthier in ganz anderer Weise ernährt worden war, daß also die Zusammensetzung seines Leibes eine andere war. Das einemal hatte das Thier eine Fleischnahrung in übergroßer Menge erhalten, in der zweiten Versuchsreihe wurde dem Thiere durch acht Tage ein mäßiger Fettzusatz zur Nahrung gereicht, von einem Fettansatze konnte also auch in dieser Reihe nicht die Rede sein. Voit's Resultate würden also nur bestätigen, was ich auf dem Wege des directen Versuches gefunden habe, daß nur nach langer oder nach reichlicher Fettnahrung das eingeführte Glaubersalz die Stickstoffausscheidung durch den Harn vermindert. Wollte Voit die Richtigkeit dieser Anschauung prüfen, dann hätte er ganz unter denselben Bedingungen, unter denen ich es gethan, seine Versuche anstellen müssen.

Voit trägt der Verschiedenheit der Ernährungsbedingungen, unter welchen unsere beiderseitigen Versuche angestellt wurden, gar nicht Rechnung, er hält einfach die Ergebnisse meiner Untersuchungen für null und nichtig, da sie durch die in seinem Laboratorium gefundenen Resultate nicht bestätigt werden, und er richtet seine Aufmerksamkeit nur darauf, die Fehler zu finden, die dieses falsche Resultat zu Wege gebracht haben können, „denn er ist bei der

Entwickelung der Methode dieser Untersuchungen zu sehr betheiligt, als daß er es unterlassen könnte, da wo dieselbe unrichtig angewendet wurde, darauf aufmerksam zu machen.“

Er gesteht mir freundlichst zu, daß meine Versuche sich „sehr zu ihrem Vortheile unterscheiden von den meisten bis jetzt ausgeführten, welche die Wirkung irgend einer Substanz auf die Excretion von Stickstoff prüfen sollten“ er kann trotz allem Nachdenken nicht ergründen, „was in meinen Versuchsreihen nicht in Ordnung ist“, aber es müssen doch Fehler gemacht worden sein, und als einziger Beweis, daß es so sein müsse, führt er aus meinen Tabellen Versuchsreihen auf, in welchen die Stickstoffausscheidung sehr schwankt, „denn der Körper arbeitet nicht so unregelmäßig“. Ich habe bereits früher im Verlaufe dieser Abhandlung besprochen, daß die ausgezeichnetsten Forscher auf dem Gebiete der Ernährungsphysiologie ähnliche Schwankungen in der Stickstoffausscheidung beobachtet haben, und ich habe aus Voit's früheren Arbeiten Untersuchungsreihen angeführt, bei welchen diese Schwankungen gleichfalls nicht unerheblich waren.

Die beiden Hauptgebrechen meiner Untersuchungen findet Voit darin, daß erstens meine Hunde nicht ins Stickstoffgleichgewicht gesetzt worden waren, ehe das Glaubersalz zugeführt wurde und daß zweitens die Harnblase meiner Versuchsthiere nicht täglich vollständig entleert war.

Was den ersten Einwurf betrifft will ich hier nicht discutiren, ob Voit's Ansicht berechtigt ist, daß man den Einfluß einer Substanz auf die Stickstoffausscheidung nicht eher ermitteln könne als bis Stickstoffgleichgewicht eingetreten ist, ich will ferner nur im Vorbeigehen erwähnen, daß Voit selbst nicht immer seiner Lehre entsprechend gehandelt hat, denn in seiner Arbeit über die Wirkung des Kaffees sind die Versuche mit dem Kaffee angestellt, ehe das verlangte Stickstoffgleichgewicht hergestellt ist, ich will mich nur einfach darauf beschränken, nachzuweisen, daß Voit's Einwurf thatsächlich unbegründet ist, da in einigen meiner Versuchsreihen die von ihm verlangte Bedingung des vorausgehenden Stickstoffgleichgewichtes eingehalten wurde, und gerade in diesen Versuchen ist die Wirkung des Glaubersalzes auf Verminderung der Stickstoffausscheidung eine sehr eclatante.

Bei dem Versuchsthiere *A* ging der Einfuhr des Glaubersalzes unmittelbar eine fünftägige Versuchsperiode voraus, in welcher die

Stickstoffausfuhr der Einfuhr nahezu gleichkam. Voit kennt diese Periode, er erwähnt sie ausdrücklich als eine solche, „in welcher sich das Thier mit dem Stickstoffe der Nahrung ins Gleichgewicht gebracht hat“, aber er findet für gut, hinzuzufügen, „Seegen legt aber auf das Resultat dieser fünf Tage kein besonderes Gewicht, denn er verglich die Glaubersalzreihe nicht mit der fünftägigen, sondern mit der früheren dreißigtägigen Normalreihe“, während ich ausdrücklich hervorhebe, daß ich jene Reihe nur wegen ihrer Länge zum Maßstabe des Vergleiches nehme, und daß der Einfluß, welchen das Glaubersalz geübt hat, noch viel auffallender wäre, wenn ich die Glaubersalzperiode mit der unmittelbar vorangehenden fünftägigen Normalperiode verglichen hätte.

Bei dem Versuchsthier *B* hatte ich, nachdem das Thier 500 Grm. Fleisch und 200 Grm. Fett erhalten hatte, die Glaubersalzperiode gleichfalls erst begonnen, nachdem durch acht Tage ein vollständiges Stickstoffgleichgewicht vorhanden war.

Die tägliche Stickstoffeinfuhr betrug 17 Grm., das Thier schied aus durch den Harn

	in der Normalperiode	in der unmittelbar darauf folgenden Glaubersalzperiode
	17·6	12·3
	14·9	12·5
	17·7	19·0
	16·8	12·6
	17·9	13·6
	17·6	12·6
	14·9	15·4
Summe	117·4 = 16·8 p. d.	98·3 = 14·0

Was den zweiten Einwurf betrifft, dürfte er wohl kaum einer ernsten Widerlegung bedürfen. So lange man nicht die Blase mittelst Katheter entleert, wird man nie die Gewißheit haben, daß die Blase vollständig entleert wurde. Aber angenommen, die Blase wäre nicht täglich vollständig entleert worden, dann würde der zurückgebliebene Harn den nächsten Tag entleert werden, und da ich nur lange Reihen mit einander verglichen habe, würde der Fehler, der nur den letzten Versuchstag treffen könnte, ein verschwindend kleiner sein. Voit gesteht dies selbst zu, doch schließt er mit den

Worten: „Wenn Seegen einmal gelernt haben wird, allen während 24 Stunden in der Blase angesammelten Harn genau zu erhalten, und wenn er vor Beginn einer Reihe abwartet, bis das Thier sich in das Stickstoffgleichgewicht gesetzt hat, so wird er so wenig wie ich beim Zusatz von 2—4 Grm. Glaubersalz zu gleicher Nahrung im Stande sein, eine Änderung in dem Eiweißumsatz nachzuweisen". Ich will an dieser Stelle den unberechtigten Magisterton dieses Satzes, mit welchem Voit seine Kritik meine Arbeit schließt, nicht weiter aufheben, es genügt mir das Wesen dieser Kritik charakterisirt zu haben, indem ich nachgewiesen, daß derselben vollständig der Boden der Thatsachen fehlt.

Jede wissenschaftliche Arbeit muß die schärfste eingehendste Kritik der Fachgenossen erwarten, und bei Stoffwechselarbeiten, wo die Fehler so zahlreich sein können, muß die Controle um so schärfer sein; aber es dürfte kaum den wissenschaftlichen Fortschritt auf einem Gebiete fördern, wenn man die Übereinstimmung mit selbst gefundenen Resultaten als den Maßstab für den Werth der Arbeit eines Andern ansieht, und jede von vorneherein für fehlerhaft hält, die dieser Anforderung nicht entspricht. Voit kommt wiederholt in seiner Kritik darauf zurück, dieses oder jenes meiner Resultate müsse unrichtig sein, weil — er ein anderes gefunden hat. Diese Anschauung zieht sich überhaupt als rother Faden in der ganzen Art und Weise, in der Voit gegnerische Arbeiten bespricht und beurtheilt, und diesem Umstande ist es unzweifelhaft zuzuschreiben, daß trotz so eminenter Leistungen in einer so wichtigen Frage wie die über die Ausscheidungswege des Stickstoffes zwei Ansichten einander so schroff gegenüberstehen.

A.

Datum	Körpergewicht	Menge	Stickstoff	Menge	Stickstoff
		des Harnes		der Faeces	
I. Periode. Nahrung 1000 Grm. Fleisch „ 100 „ Fett.					
5/2	26400				
6	26450	1340	21·2		
7	26350	880	11·2		
8	26280	710	13·5		
9	26370	1200	16·6	54	1·25
10	26350	700	14·6		
11	26550	290	10·8		
12	26870	650	19·3		
13	26900	1220	22·0		
14	27110	310	11·6	62	1·40
15	27120	730	24·3		
16	27150	790	20·8	50	1·15
17	27500	810	29·0		
18	27600	625	16·5		
19	27500	950	26·4		
20	27450	610	15·6	93	2 15
21	27600	830	26·9		
22	27950	840	31·2		
23	27900	620	26·2		
24	28100	320	12·8	82	1·90
25	28100	610	22·0		
II. Periode, tägliche Einnahme von 1 Grm. CO_2NaO.					
26	28070	1000	35·0		
27	28010	870	32·9		
28	28050	910	29·5	80	1.85
1/III	28210	790	30·9		
2	28350	880	32·8		
3	28270	690	26·4	45	1·00
4	28530	900	34·0		
5	28330	860	31·5		
6	28650	810	31·2		
7	28710	800	26·0	78	1·80
III. Periode. — 2 Grm. CO_2NaO.					
8	28700	690	21·4		
9	28970	710	24·1	32	0·75

Datum	Körpergewicht	Menge des Harnes	Stickstoff des Harnes	Menge der Faeces	Stickstoff der Faeces
10	29020	450	14·9		
11	29170	410	15·4		
12	29200	900	27·0		
13	29150	700	16·9	63	1·45
14	29270	710	23·7		
15	29450	800	23·3		
16	29550	550	19·2		
17	29550	1060	30·0	74	1·70
18	29630	940	29·2		
19	29940	830	27·6		
20	29810	1100	29·6		
21	29900	870	31·0		
22	29980	790	23·1	82	1·90
23	30000	520	18·0		
24	30190	1050	30·5		
25	30170	930	25·3		
26	30350	800	28·9	103	2·12
27	30470	910	27·7		
IV. Periode — ohne CO_2NaO.					
29	30650	660	23·1		
30	30670	1000	30·6		
31	30680	880	28·0		
1/IV	30680	820	21·8	70	1·60
2	30860	840	27·3		
3	30970	820	27·5		
4	30920	1010	32·2	52	1·20
5	31020	820	20·8		
6	31140	810	29·0		
7	31020	820	23·2		
8	31030	830	25·2	54	1·25
9	31170	740	26·9		
10	31080	840	25·8		
11	31160	780	21·7		
12	31400	715	23·0	78	1 80
13	31350	910	29·3		
14	31510	730	23·8		
15	31350	880	32·5		
16	31700	780	23·5	84	1·95
17	31660	600	23·8		

B.

Versuchs-Periode	Datum	Nahrung	Körper-gewicht	Harn-menge	Stickstoff des Harnes p. c.	Stickstoff des Harnes in Grm.	Menge der Faeces	Stickstoff der Faeces
I.	11/11 1866	840 Grm. Fleisch	28620					
	12	1300 „ Wasser	28670	1450	1·48	21·53		
	13		28640	1230	2·25	27·70		
	14		28520	1440	1·12	16·12		
	15		28460	1720	1·29	22·18	85	1·95
	16		28430	1460	1·73	25·20		
	17		28420	1310	1·62	21·20		
	18		28380	1440	1·62	23·30		
	19		28290	1210	1·62	19·60		
	20		28210	1270	1·73	22·00	80	1·85
	21		28070	1460	1·73	25·30		
II.	22	910 Grm. Fleisch	28140	1240	1·79	22·2		
	23		28040	1510	1·73	26·2		
	24		28020	1380	1·51	20·8		
	25		28100	1640	1·51	24·8		
	26		27820	1440	1·28	18·5	62	1·40
	27		28030	1330	1·73	23·0		
	28		28000	1420	1·73	24·6		
	29		28050	1560	1·62	25·3	50	1·15
	30		27940	1690	1·50	25·3		
	1/12		27900	1610	1·79	28·8		
	2		27940	1220	1·62	19·8	90	2·00
	3		27940	1560	1·68	26·2		
	4		27860	1400	1·48	20·7		
	5		27660	1550	1·79	27·7		
	6		27750	1440	1·31	18·9	84	1·90
	7		27640	1560	1·51	23·5		
	8		27620	1530	1·68	25·7		
	9		27600	1630	1·62	26·4		
	10		27370	1570	1·73	27·2	66	1·50
	11		27470	1710	1·73	29·6		
III.	12	980 Grm. Fleisch	27320	1470	1·84	27·1		
	13		27170	1410	1·90	26·8		
	14		27340	1550	1·75	27·1	72	1·15
	15		27370	1520	1·79	27·2		

Versuchs-Periode	Datum		Nahrung	Körper-gewicht	Harn-menge	Stickstoff des Harnes p. c.	Stickstoff des Harnes in Grammes	Menge der Faeces	Stickstoff der Faeces
III.	16	1866	980 Grm. Fleisch	27020	1515	1·73	26·3	30	0·70
	17			27130	1560	1·79	27·9		
	18			27090	1600	1·71	27·3		
	19			27020	1800	1·62	29·1	54	1·25
	20			27040	1370	1·73	23·7		
	21			26820	1450	1·50	21·7		
	22			26880	1690	1·62	28·1		
	23			26950	1750	1·68	29·4	48	1·10
	24			26950	1480	1·64	22·9		
	25			26900	1620	1·56	25·4		
	26			26670	1590	1·70	27·1		
	27			26620	1570	1·62	24·9		
	28			26540	1400	1·73	24·3	94	2·10
	29			26590	1680	1·62	27·4		
IV.	2/1		980 Grm. Fleisch 1 Grm. CO_2NaO	26610	1870	1·57	29·3		
	3			26520	1670	1·90	32·7		
	4			26540	1430	1·84	26·4	90	2·05
	5			26420	1630	1·71	27·8		
	6			26370	1800	1·62	29·2		
	7			26290	1690	1·78	30·1		
	8			26290	1750	1·73	30·3		
	9			26080	2150	1·40	30·1	92	2·10
	10			26100	1630	1·57	25·5		
	11			26150	1700	1·62	27·6	40	0·90
V.	12		980 Grm. Fleisch kein CO_2NaO	26050	1870	1·73	32·4		
	13			25950	1600	1·73	27·8		
	14			25830	1600	1·68	26·8	85	1·95
	15			25910	1610	1·84	29·5		
	16			25790	1830	1·68	30·7		
	17			25700	1800	1·56	28·2		
	18			25690	1830	1·56	28·7		
	19			25580	1840	1·68	30·9		
	20			25490	1860	1·62	30·2	88	2·00
	21			25450	1840	1·68	30·9		
VI.	22		1100 Grm. Fleisch	25420	1900	1·79	34·0		
	23			25490	1800	1·79	33·6		
	24			25400	1760	1.84	32·5	42	0·95

Versuchsperiode	Datum	Nahrung	Körpergewicht	Harnmenge	Stickstoff des Harnes		Menge	Stickstoff
					p. c.	in Grammes	der Faeces	
VI.	25 1866	1100 Grm. Fleisch	25660	1850	1·96	36·3		
	26		25590	1900	1·90	36·0	90	2·05
	27		25700	1850	2·07	38·3		
	28		25790	1890	1·90	35·9		
	29		25750	1680	1·90	31·9	90	2·05
	30		25800	1880	2·01	37·9		
	31		25850	1800	1·79	32·3		
VII.	6/2	1100 Grm. Fleisch	25960					
	7	1 Grm. CO_2NaO	25940	1880	2·29	43·1		
	8		25830	2010	1·93	38·8	45	1·02
	9		25920	1960	1·79	34·1		
	10		25920	1990	1·93	38·6		
	11		25910	1870	1·79	33·4		
	12		26000	1900	2·04	38·8	120	2·70
	13		26080	2080	1·93	40·2		
	14		26070	2050	1·93	39·6		
	15		26090	2000	1·96	39·2		
	16		26170	1900	1·73	32·9		
VIII.	20/2	900 Grm. Fleisch	26300					
	21		26160	1850	1·73	32·1	80	1·85
	22		26220	1830	1·73	31·7		
	23		26160	1830	1·73	31·7		
	24		26070	1750	1·76	30·8	35	0·80
	25		26000	1760	1·96	34·4		
	26		26000	1590	1·73	27·7		
	27		25820	1660	1·96	32·5		
	28		25720	1940	1·68	32·5	98	2·25
	1/3		25830	1560	1·96	30·5		
	2		25610	1840	1·73	30·4		

Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei in Wien.